

دار الكتاب الحديث



الأستاذ الدكتور  
عادل سليمان عبد الخالق  
أستاذ هندسة المناجم

تقديم  
الد. محمد رجب الطحاوي  
أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة مسقط  
ورئيس جامعة مسقط للدراسات والبحوث

# الأسس الجيولوجية للتعدين والمناجم كتاب أجريكو



إهداء ٢٠١٠  
دار الكتب و الوثائق القومية  
جمهورية مصر العربية



622  
2452







الأسس

# الجيولوجية للتعددين والمناجم كتاب أجريكو

إعداد

أ.د. عادل سليمان عبد الخالق  
أستاذ هندسة المناجم

تقديم

أ.د. محمد رجائي الطحلاوي  
أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة أسيوط  
ورئيس جامعة أسيوط الأسبق



دار الكتاب الحديث



عبد الخالق، عادل سليمان .	
الأسس الجيولوجية للتعدين والمناجم : كتاب أجريكولا / إعداد عادل سليمان عبد الخالق	
. ط 1 . - القاهرة: دار الكتاب الحديث ، 2010	
204 ص ؛ 24 سم .	
تدمك 4 318 350 977 978	
1- التعدين .	2- المناجم .
أ - العنوان.	
699.622	

رقم الإيداع 2010/ 9589

حقوق الطبع محفوظة

1431 هـ / 2010 م

دار الكتاب الحديث

94 شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة ص.ب 7579 البريدي 11762 هاتف رقم : 22752990 (00 202) فاكس رقم : 22752992 (00 202) بريد إلكتروني : dkh_cairo@yahoo.com	القاهرة
شارع الهلالي ، برج الصديق ص.ب : 22754 - 13088 الصفاء هاتف رقم 2460634 (00 965) فاكس رقم : 2460628 (00 965) بريد إلكتروني : ktbhades@ncc.moc.kw	الكويت
B. P. No 061 - Draria Wilaya d'Alger- Lot C no 34 - Draria Tel&Fax(21)353055 Tel(21)354105 E-mail dk.hadith@yahoo.fr	الجزائر



بِسْمِ اللَّهِ  
الرَّحْمَنِ  
الرَّحِيمِ

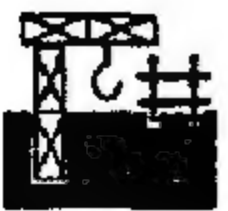






## ●●● المحتويات ●●●

الموضوع	الصفحة
* تقديم للكتاب	7
* مقدمة عامة وتعريف	11
أولاً - تعريف بالمؤلف	12
ثانياً - تعريف بالمرجع	14
ثالثاً - منهج إعداد العرض الأطلسي الموجز بالعربية	18
رابعاً - قائمة المراجع	19
خامساً - شكر واجب	20
* الكتاب الأول	23
* الكتاب الثاني	29
* الكتاب الثالث	35
* الكتاب الرابع	41
* الكتاب الخامس	53
* الكتاب السادس	77
* الكتاب السابع	115
* الكتاب الثامن	127
* الكتاب التاسع	149
* الكتاب العاشر	167
* الكتاب الحادى عشر	177
* الكتاب الثانى عشر	189









# تقديم للكتاب

بقلم

أ.د. محمد رجائي جودة الطحلاوى

أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة أسيوط

كانت المعادن من بين المواد الأولى التى استعملها الإنسان وقام بوصفها. فالرسومات المصرية منذ 5000 سنة بينت استخدام المعادن فى صناعة الأسلحة والحلى، وقد كتب الفيلسوف اليونانى ثيوفراستس مقالة قصيرة عن المعادن حوالى عام 300 ق.م.، كما كتب بليني - كبير علماء روما - عن المعادن والخامات والأحجار والجواهر حوالى عام 77 ميلادية، ومن أهم الكتب التى حررها العلماء كتابان عن الفلزات لألبرتوس ماجنوس عام 1262م وأجريكولا عام 1556م.

كان عصر النهضة الأوروبية فترة هامة للاهتمام بمجالات عديدة للمعرفة شملت دراسة الأرض، وقد قدّم الطبيب السكسونى جورج جوس أجريكولا أهم المساهمات فى الجيولوجيا.

ولد جورج جوس أجريكولا فى خلاخا فى ولاية سكسونيا (ألمانيا) فى 24 مارس 1494م وهذا كان اسمه اللاتينى، أما اسمه الحقيقى فكان جورج باور. كان أجريكولا شاباً نابغة، ففى سن العشرين عين أستاذاً غير عادى للغة اليونانية، ثم انتقل إلى جامعة ليبزج حيث درس الطب والفيزياء والكيمياء ثم ذهب إلى بولونيا وبادوا فى إيطاليا من 1524 إلى 1526م حيث حصل على درجة الدكتوراه.

عاد أجريكولا إلى زفيكا حيث عين طبيباً فى منطقة شمنستال وهى إحدى مراكز التعدين وصناعة الفلزات وتشتهر بمناجم الفضة، وهناك بدأ اهتمامه بدراسة المعادن والتفكير فيها بطريقة منطقية، ونشر أول دراسة له عن





المعادن عام 1530م، ثم انتقل إلى شملتز التي كانت من أهم مراكز التعدين واتسعت مداركه ونشر كتاباً عن المقاييس والأوزان عند اليونان والرومان De Mensius et Ponderibus.

أُنتخب أجريكولا عمدة لمدينة شملتز لفترة قصيرة ابتعد بعدها عن السياسة وأثر التفرغ للملاحظة العلمية، وبالرغم من أنه كان طبيباً فقد انشغل كثيراً بدراسة المعادن بالإضافة إلى دراسات في اللاهوت والتاريخ، وفي هذه الفترة وضع أول كتاب عن أسس الجيولوجيا الطبيعية وانتقد فيه الآراء القديمة De ortu et causis subterraneorum، وأخرج بعد ذلك كتاباً هاماً عن المعادن الجديدة التي تعرّف عليها اسمه De veteribus et novis metallis.

عكف أجريكولا على كتابة الكثير من المقالات عن المعادن وتوجّ أعماله بكتاب عن طبيعة المعادن أسماه (دي ريه ميتاليكا De Re Metallica)، أى عن طبيعة المعادن، وفي هذا الكتاب شرح كيفية تكوين عروق الخامات ووضع فيه أسس العلوم الجيولوجية، كما شرح طرق استخراج المعادن من الأرض، وقد استخدم أجريكولا لأول مرة قاعدة القاطع أحدث من المقطوع لبيان العلاقة بين العروق المعدنية ببعضها البعض وكذلك العمر النسبي للصخور النارية المتداخلة في الصخور المحيطة بها، وقد أصبح هذا الكتاب واحداً من أهم الكتب التي كتبت عن التعدين، وظل المرجع الكلاسيكى الرئيسى للتعدين لأكثر من 250 عاماً. واليوم، وبعد قرابة الأربعمئة عام، نجد أن كتاب أجريكولا لا يزال يحتل مكانة مرموقة بين مراجع التعدين، وتعتبر مجموعة الرسومات التي تصوّر عمليات استخراج واستخلاص الفلزات مرجعاً رئيسياً لم تختلف أسسه عما وصلنا إليه في وقتنا هذا. لقد كانت حياة أجريكولا نموذجاً رائعاً للعالم الموسوعى الذى درس الطب وحصل على الدكتوراه ثم حصل على دكتوراه أخرى فى فلسفة العلوم، هذا بالإضافة إلى تعمقه فى دراسة التاريخ. وقد تُرجم هذا الكتاب لأول مرة إلى اللغة الإنجليزية عام 1912م بواسطة مهندس المناجم هربرت هوفر الذى أصبح فيما





بعد رئيساً للولايات المتحدة الأمريكية، ثم توالى الترجمات إلى اللغات الحية، مع شروح لملاحظاته وطرق التعدين التى أولاها اهتماماً كبيراً؛ ولعل من أروع ما خلفه لنا أجريكولا كان مجموعة الرسوم الرائعة التى تصور بكل الدقة والتفصيل عمليات التعدين المختلفة، لقد كلف كبار الرسامين فى عصره لإخراج هذا الرسوم فى أبهى صورة.

توفى أجريكولا فى شملتز فى 21 نوفمبر 1556م ولكنه لم يدفن بها لأسباب دينية ونقل رفاته إلى منطقة زستس حيث دفن.

لم يسبق ترجمة هذا الكتاب إلى اللغة العربية، ويعتبر هذا العرض المختصر هو أول محاولة جادة لعرض الكتاب باللغة العربية، وقد بذل الدكتور عادل سليمان أستاذ هندسة التعدين، والمدير الأسبق لمعهد التبين للدراسات المعدنية، مجهوداً كبيراً فى تلخيص الكتاب الأصيل الذى يقع فى أكثر من 900 صفحة ليقدمه إلى القارئ بالعربية فى حوالى 232 صفحة فقط. لم يُخلّ العرض بالأساسيات العلمية التى قدمها الكتاب، كما كان المترجم حريصاً على أن يضمّن الكتاب أهم ما فيه من رسومات قيمة تشرح بكل الدقة والإتقان عمليات التعدين المختلفة. ولا شك أن هذا الكتاب يسد فراغاً كبيراً فى مكتبة التعدين العربية.









بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## مقدمة عامة وتعريف

كانت أول معرفة لى بأجريكولا ومرجعه الهام (عن التعدين والفلزات De Re Metallica) عندما كنت طالباً فى قسم هندسة المناجم والبتروك بجامعة القاهرة أوائل الخمسينيات من القرن الماضى، وذلك عن طريق أستاذ فاضل من أساتذتنا بالقسم وقتها هو الدكتور ألفريد ريثمان السويسرى الجنسية، وكان أستاذاً لعلم الصخور، الذى حدثنا عن أجريكولا وكتاباته فى مجالات التعدين والفلزات. ولقد توطدت علاقتى به عندما عملت معيداً بنفس القسم، حيث كان موضوع رسالتى للماجستير وقتها عن معادن وصخور منطقة زوج البهار بجوار القصير بمحافظة البحر الأحمر، التى لم تتم بسبب تغيير جذرى فى مسارى العلمى إلى تكنولوجيا المناجم لسفرى فى بعثة علمية حكومية إلى الاتحاد السوفيتى للتخصص فى هذا المجال.

وفى أثناء تواجدى هناك، عثرت على نسخة من الترجمة الروسية الكاملة لهذا المرجع القيم، وذلك فى مكان ناءٍ فى أطراف موسكو، حيث كان هناك مؤسسة لبيع الكتب العلمية والهندسية التى لا يريد أصحابها الاحتفاظ بها لضيق المكان. ولقد سعدت سعادة بالغة بحصولى على تلك النسخة من المرجع.

وقر سنوات نصف قرن بحلوها ومرها، حيث أكتب الآن باباً بعنوان (تاريخ التقنية) فى مجلة (التكنولوجيا والصناعة) التى يُصدرها معهد التبين للدراسات المعدنية دورياً كل ستة شهور. ولقد بدأت مقالاتى فى ذلك الباب





من المجلة بالمعدات والتكنولوجيات منذ بداية العصر الحجري. وعندما وصلت إلى مرحلة القرنين الخامس عشر والسادس عشر، عُدَّت إلى مرجع أجريكولا للحديث عن تقنيات التعدين والفلزات زمن أجريكولا. وقد وجدت اهتماماً محموداً من الزملاء بالمعهد وبهندسة أسيوط بتلك المقالات.

وعندها طرأت لى فكرة إعداد عرض أطلسى موجز لمرجع أجريكولا باللغة العربية، حيث لم يسبق أن ظهرت أية ترجمات له، أو لأجزاء منه بالعربية حتى الآن. وقد عكفت على ذلك لمدة تزيد عن العام ونصف العام، إلى جانب أعمال علمية وبحثية أخرى. والآن، قد أصبح العرض الأطلسى الموجز بين يدي القارئ المهتم بتاريخ وكلاسيكيات العلوم، وعلى الأخص الجانب التعدينى منها.

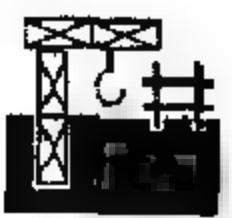
وتحتوى هذه المقدمة العامة على تعريف بالمؤلف، وتعريف بالمرجع، والمنهج المتبع فى إعداد العرض الأطلسى الموجز، وقائمة المراجع المستخدمة، ثم تنتهى بشكر واجب للزملاء الذين تابعوا هذا العمل حتى ظهر فى صورته الحالية.

### أولا - تعريف بالمؤلف:

وُلد الطفل جيورجى أجريكولا يوم 24 مارس 1494م، باسم جيورج باور (الذى حوِّله أجريكولا إلى اللاتينية كالمُتبع وقتها إلى جيورجى أجريكولا)، لأسرة مغمورة فى ريف كلاوشاو فى ساكسونيا بألمانيا. وتوفى فى 1555 م فى شيمنتز بألمانيا أيضاً.

وقد عُرف بعد ذلك بلقب (أبو المعادن)، كما أنه الرائد الأول لصناعة التعدين والفلزات بمفهومها الحديث.

وقد درس أجريكولا الفلسفة وتاريخ اللغات بجامعة ليبزج بألمانيا. كما اهتم بتعلّم اللغتين اللاتينية واليونانية من عام 1518م حتى عام 1522م فى





مدرسة خاصة للغات فى زويكاو. ثم عاد بعد ذلك إلى جامعة ليبزج لدراسة الطب. وغادرها إلى إيطاليا عام 1523 م لمتابعة دراساته الطبية بالإضافة إلى الفلسفة وعلوم الطبيعة وذلك فى بولونيا وبادوا، ثم فى فينيسيا بإيطاليا.

وشارك فى إعداد مؤلفات طبية صدرت عام 1525م، حيث كانت لديه فكرة لم تتحقق أبداً، عن إمكانية استنباط أدوية لعلاج المرضى من المعادن والخامات الطبيعية. وكانت تلك الفكرة هى بداية اهتماماته بالمعادن والخامات، بل وبالتعدين والفلزات بصفة عامة. وكانت تلك نقطة تحول هامة فى حياة أجريكولا.

عاد أجريكولا مرة أخرى إلى موطنه ساكسونيا عام 1526م، حيث عمل طبيباً من 1527م حتى 1533م فى منطقة تعدينية هامة هى يواكيم ستفال. وكان يقضى أوقاتاً طويلة بين المعدنين البسطاء فى المناجم ووحدات استخراج الفلزات، متابِعاً ومعالِجاً لأمرضهم المهنية. ولقد بدأ ينشر أبحاثاً ودراسات هامة عن المعادن، وقدم أول تقسيم علمى عن المعادن على أساس أشكال بلوراتها. ثم توسع فى اهتماماته إلى مجالات التعدين والفلزات بصفة عامة. وكان ذلك اعتباراً من 1530م. بل وهناك دلائل على أنه كان مساهماً فى أحد مناجم الفضة وقتها.

وفى عام 1546 عينه الدوق موريس عُمدَةً لمنطقة شيمنتز، وكان سفيراً له ومبعوثاً خاصاً له إلى الإمبراطور الرومانى شارل الخامس لمباحثات دينية هامة، حيث كان كاثوليكياً ملتزماً دينياً.

وقبل وفاته عكف على إعداد دُرّة أعماله (عن التعدين والفلزات) الذى صدر بعد وفاته بعام، أى عام 1556م. وهو المرجع الذى نحن بصددده، وسوف نتحدث عنه بتفصيل واف فيما يلى ذلك من صفحات.





ولقد حظى أجريكولا، وما يزال، بتقدير واهتمام عالمي خاص، ومن ذلك أن أكاديمية العلوم بألمانيا الشرقية (وقتها) أصدرت مجلداً خاصاً عنه وعن أعماله العلمية عام 1955 بمناسبة مرور 400 عام على وفاته. كما احتفلت مدينة شيمتزل الألمانية، التي كان عمدتها، عام 1994، بمرور 500 عام على مولده وأصدرت كتاباً خاصاً عن حياته وأعماله بهذه المناسبة. وفي عام 1995 أصدرت تشيكوسلوفاكيا طابعاً تذكاريًا هاماً يحمل صورة أجريكولا.

### ثانياً - تعريف بالمرجع<sup>(\*)</sup>؛

المرجع هو De Re Metallica وترجمته الحرفية بالإنجليزية On the Nature of Metals ويطلق عليه في كثير من الأحيان (عن التعدين والفلزات). وإذا كنا قد عرفنا المؤلف، فنعرّف الآن المرجع، وكلاهما مكمل للآخر، حيث إن مرجعه هذا هو درة أعماله التي عُرف بها وعُرفت به.

ويعتبر هذا المرجع أهم عمل علمي صدر بعد كتاب ثيوفراستس، بعنوان (تاريخ الصخور) الذي صدر بين عامي 315 و314 قبل الميلاد، وذلك في مجال المعادن والتعدين. ولقد اهتم به المشتغلون بصناعة التعدين والفلزات، بل ولقد عُرف بين المشتغلين بالتعدين في الغرب بأنه (إنجيل مهندس المناجم).

وقد صدر المرجع باللاتينية في اثني عشر كتاباً عام 1556م، عن دار النشر (فروبين) ببازل بسويسرا أي بعد وفاة أجريكولا بعام، حيث استغرق إعداد الأكلشييات الخشبية للوحات الكتاب، وعددها 294 لوحة، وقتاً طويلاً، وكان حريصاً على أن تكون في حالة جيدة تتناسب مع ما بذله من مجهود.

---

\* الشكل (ص 21) غلاف مرجع أجريكولا باللاتينية في اثني عشر كتاباً، دار النشر فروبين،

بازل، 1556م.





وكان صدور المرجع بأمر مباشر من الإمبراطور. وفي العام التالي مباشرة بدأت ترجمته إلى الألمانية. ويبدأ المرجع برسالة من أجريكولا التي تظهر فيها خلفيته الطبية والفلسفية الغنية الرائعة.

وقد شهد عام 1912م صدور الترجمة الإنجليزية الكاملة للمرجع في ملابسات تستحق الذكر. حيث يرجع الفضل في صدورها إلى هيربرت هوفر، الرئيس الواحد والثلاثين للولايات المتحدة الأمريكية، الذي كان قبل انغماسه في الحياة السياسية الأمريكية من أفضل مهندسي المناجم الأمريكيين. وهو مؤسس مجلة المناجم عام 1909م Mining Magazine التي أصدرها لمنافسة مجلة Mining Journal، وقد اتحدت المجلتان بعد ذلك. وكانت زوجته لو هنرى هوفر، وهى جيولوجية تجيد اللاتينية، قد أسعدها الحظ بالعثور فى لندن عام 1905م على نسخة أصلية باللاتينية لمرجع أجريكولا. وفى الحال كتبوا إلى أستاذهما المشترك بجامعة ستانفورد ويدعى برانر يسألانه إذا ما كانت هناك ترجمة بالإنجليزية لهذا المرجع، الذى أجابهما بالنفى. ومن ثم عقدوا العزم على القيام بإعداد ترجمة إنجليزية كاملة لمرجع أجريكولا بالاستفادة بمعلوماتهما فى هندسة المناجم والفلزات من ناحية الزوج، وفى الجيولوجيا واللغة اللاتينية من ناحية الزوجة، ولقد عملا بجد واجتهاد من عام 1907م حتى عام 1912م، وهو تاريخ صدور ترجمتهما الإنجليزية الكاملة فى 670 صفحة، شاملة هوامش وملاحظات وإضافات هامة، قاما بهما بعناية بل ويعتبر البعض إضافاتهما عملاً قيماً فى حد ذاته مكماً لعمل أجريكولا ومؤرخاً لصناعة التعدين والفلزات زمن أجريكولا.

أما بالنسبة للترجمة الروسية الكاملة للمرجع، فهى التى استخدمتها فى إعداد هذا العرض الأطلسى الموجز. وقد أشرت سابقاً إلى ملابسات عثورى على نسخة منها فى موسكو. وقد صدرت عن أكاديمية العلوم السوفيتية





(وقتها) فى سلسلة (كلاسيكيات العلم) عام 1962م، وكان عدد النسخ الصادرة ألفى نسخة فقط، فى بلد يزيد تعداد سكانه عن 220 مليون نسمة (الاتحاد السوفيتى سابقا).

وتحتوى الترجمة الروسية الكاملة فى بدايتها على رسالة أجريكولا، وهى التى أشرنا إليها سابقًا. وبلغ عدد صفحات الترجمة الروسية الكاملة حوالى 599 صفحة، منها المرجع نفسه بكتبه الاثنى عشر فى 540 صفحة وبها 294 لوحة، هى فى حد ذاتها عمل فنى رائع، حيث كلف مجموعة من الفنانين المبدعين بإعدادها لتوضيح أفكاره واستنتاجاته. وقام بإعداد الترجمة الروسية الكاملة مجموعة من الأكاديميين السوفيت (وقتها) برئاسة الأكاديمى أ. ج بتروفسكى. ولم يفتهم أيضًا أن يضيفوا الهوامش والملاحظات والشروحات القيمة على النص الأسمى، فى نهاية الترجمة الكاملة، وذلك لرسالة أجريكولا وللكتب الاثنى عشر، كل على حده.

هذا عن الترجمات الكاملة وملايساتها، ونعود مرة أخرى إلى المرجع نفسه، حيث لاحظت أنه قد أشار فى رسالته إلى أنه قد استفاد من الإنجازات الكبرى للعلماء من العرب والمسلمين الذين سبقوه وترجمات أعمالهم، وخاصة جابر بن حيان (721 - 815م) وابن سينا (980 - 1037م) ومن غيرهم من علماء الغرب. وقد ظهرت فى كتاباته خلفيته الفلسفية والطبية، حيث اهتم بالأمراض المهنية لصناعة التعدين والفلزات وتأثيراتها الضارة على المعدّنين. كما اهتم بالشراكة والعمل التعدينى وتوصيف العمالة وقتها، وكذلك بالنواحي القانونية ونظم العمل التعدينى سواء فى المناجم أو فى وحدات تجهيز الخامات واستخلاص الفلزات. ولقد اعتبر الكثير من المؤرخين مرجعه وصفًا تاريخيًا لتلك الفترة فى أوروبا فى القرنين الخامس عشر والسادس عشر الميلاديين.





ولم يضع أجريكولا عنواناً منفصلاً لكل من كتبه الاثنى عشر، وقد كان ذلك هو المعتاد وقتها، إلا أنه يمكن القول بإيجاز إن محتوياتها كانت كما يلي:

الكتاب الأول: ردود على المزاعم وبعض الاعتراضات المثارة ضد عمليات التعدين واستخلاص الفلزات ومقارنتها بالأعمال الزراعية من قبل المعارضين.

الكتاب الثانى ويتناول البحث عن الخامات واكتشاف تواجدها.

الكتاب الثالث وبه تعيين مواقع تواجد الخامات وامتداد عروقها أو طبقاتها.

الكتاب الرابع ويشمل أعمال مساحة المناجم والقياسات وتحديد حقول المناجم وأسس الشراكة والعمل التعدينى وتوصيف للعمالة.

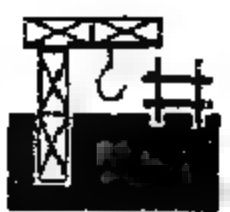
أما الكتابان الخامس والسادس فيتناولان إنشاء الآبار ومواقعها وطرق التشغيل فى المناجم والأمراض المهنية بين المعدّنين وطرق الوقاية منها وعلاجها.

ويحتوى الكتاب السابع على طرق أخذ العينات وتحليلها.

ويشمل الكتاب الثامن على طرق ومعدات تجهيز الخامات وتركيزها.

أما الكتب التاسع والعاشر والحادى عشر فيها بعض طرق فصل الفلزات عن بعضها البعض وتفصيلات الأفران المستخدمة فى ذلك.

واختص الكتاب الثانى عشر والأخير باستخراج الأملاح من المياه والمحاليل المحتوية عليها وكذلك تصنيع الزجاجيات.





### ثالثا - منهج إعداد العرض الأطلسي الموجز بالعربية:

بادئ ذي بدء، كان لابد لي من استبعاد فكرة إعداد ترجمة كاملة لهذا المرجع القيم باللغة العربية. وذلك لسببين أولهما أن هذا الإعداد يحتاج إلى وقت طويل جداً، قد لا تكون في العمر بقية تتسع له من ناحية، والصعوبة، بل والاستحالة المتوقعة لإمكان طباعة ونشر مرجع سوف يصل إلى حوالى ستمائة صفحة تحتوى على حوالى 294 شكلاً، مع قلة المتخصصين المهتمين بصناعة التعدين والفلات من ناحية أخرى.

وعلى ذلك، فقد اتجهت إلى إعداد عرض أطلسي موجز لأهم أفكار وآراء أجريكولا، مع اختيار لعدد مناسب، بلغ في هذا العرض 155 لوحة في 155 شكلاً هاماً من إجمالى 294 شكلاً بالمرجع الأصيل. أى أن عدد لوحات العرض الموجز حوالى نصف لوحات المرجع الأصيل، وهى نسبة لا بأس بها، خاصة أنها لوحات ممثلة مختارة.

ولقد راعيت بعض القواعد فى إعداد العرض الموجز أهمها:

\* المحافظة على الأسلوب السائد وقت إعداد المرجع الأصيل، من حيث عدم ذكر عنوان مستقل لكل كتاب، على اعتبار أنه فى ذلك الوقت كانت كل تلك الموضوعات بالكتب الاثنى عشر مرتبطة ببعضها البعض، ولم تكن تخصصات مستقلة كما هو الحال حالياً، وكذلك عدم استخدام عناوين ثانوية كما بالمرجع الأصيل.

\* الابتعاد عن كثير من التفاصيل فى كثير من العمليات، حيث قد تجاوزتها العلوم الحديثة، بل وأصبحت من البديهيات، مع الاحتفاظ بالاتجاه الأصيل لأفكار وآراء أجريكولا.

\* الاستعانة بالوحدات التعدينية المستخدمة وقتها، سواء فى الأطوال أو الأوزان، ومنها الأطوال الساجين (ويساوى ثلاثة لوكات) واللاكستر، وفى الأوزان السنتر والأوقية، مع ذكر ما يعادلها بالمتري والكيلوجرام فى الترجمة.





\* حذف بعض الأشياء الغريبة التي كانت سائدة وقتها في أوساط المعدّنين، ومنها احتمالات تواجد حيوانات أسطورية غريبة تسمع أصواتها في الأعماق تحت سطح الأرض، والإضافات التي كانوا يضيفونها أثناء معالجة الخامات مثل الخل، بل وبول الأطفال، مما يجعلها أشبه بالوصفات البلدية المحلية في وقتنا هذا.

\* التركيز بشكل خاص على المعدات والماكينات السائدة زمن أجريكولا في أعمال التعدين والفلزات، حيث إنها، وبلا جدال، تعتبر أساساً علمياً لكثير مما لدينا الآن من معدات وماكينات.

وأختتم هذه المقدمة العامة للعرض الأطلسي الموجز باللغة العربية بقائمة المراجع المستخدمة، سواء في إعداد المقدمة أو في الترجمة، ثم بشكر واجب لزملاء تابعوا هذا العمل. ثم أترك المجال بعد ذلك للقارئ مع أجريكولا وكتبه الاثنى عشر.

#### رابعاً - قائمة المراجع:

##### 1 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica (On the nature of metals, or About Mining and Metallurgy), Editor in Chief I.G. Petrovski, Soviet Academy of Science, Series of Scientific Classics, Moscow, 1962 (In Russian). pp. 599.

##### 2 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica, translated by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, Dover Publications, Inc., 1950 (Reprint of the 1912 edition).

##### 3 - TAKACS, L.,

Quicksilver from Cinnabar: the first documented mechanochemical reaction, JOM, Jan. 2000, pp. 12-13.





4 - JOHN H. LIENHARD,

Engines of our Ingenuity, No. 139, Hoover and Agricola, 1988 -  
1997, <http://www.uh.edu.engines.epi.139.htm>.

5 - CHRIS HINDLE,

New watch, Mining Magazine, Vol. 193, No. 2, August 2005.

### خامساً: شكر واجب:

أتقدم بالشكر إلى الزملاء الأعزاء الذين تابعوا هذا العمل ، منذ أن كان فكرة لم تدخل إلى حيز التنفيذ، وقدموا الدعم والتشجيع إلى أن صدر في صورته الحالية. وأولهم أ.د. محمد جمال الدين خليفة، وأ.د. على فهمي عبد السلام، وأ.د. يسرى فتح الله بركات، الأساتذة بمعهد التبين للدراسات المعدنية... وأخيراً وليس آخراً، أ.د. محمد رجائي الطحلاوى، أستاذ الجيولوجيا بهندسة أسيوط ورئيس جامعة أسيوط ومحافظ أسيوط الأسبق، الذى أمدنى ببعض المعلومات عن مراحل هامة من حياة أجريكولا.

كما أود أن أشكر المهندس/ عبد المسيح توفيق، على جهوده المتميزة التى كان من نتيجتها صدور هذا العرض الأطلسى بصورته الحالية بين يدي القارئ العزيز.

وأسأل الله تعالى التوفيق والسداد،

أ.د. عادل سليمان عبد الخالق

أستاذ هندسة المناجم

بمعهد التبين للدراسات المعدنية







عن التعدين والفلزات

DE RE METALLICA

عرض أطلسى موجز

# GEORGII AGRICOLAE DE RE METALLICA LIBRI XII. QVI

bus Officia, Instrumenta, & Machinae, ac omnia denique ad Metallum spectantia, non modo luculentissime describuntur, sed & per effigies suis locis insertas, aliquoties Latina, Germanicaque appellationibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint.

R I V S O D M

DE ANIMANTIBUS TERRESTRIBUS Liber ab Autore recognitus cum Indicibus diuersis, quaequid in opere tractatum est, nullo modo demonstrantibus.



BASILEAE M<sup>o</sup> D<sup>o</sup> LVI<sup>o</sup>

Cum Principe Imperatoris in auro V,  
& Gebhardo Rege ad Saxoniā.







## الكتاب الأول

إن الفكرة العامة السائدة حالياً (أجريكولا) عن أعمال التعدين والفلزات، أنها أعمال تعتمد على الصدفة وليس لها منهج معين، وهى من الأعمال غير النظيفة التى تعتمد على القوة الجسمانية كم أنها ليست أعمالاً فنية، ولكننى أعتقد جازماً (أجريكولا) أنها أعمال فنية بالدرجة الأولى. فعلى القائمين بأعمال التعدين أن يتعرفوا على أماكن تواجد الخامات لاستخراجها، سواء أكان ذلك فى الوديان أو على سفوح الجبال والتلال والهضاب. وعليهم أن يتعرفوا على طبقات الخامات وعروقها وكذلك على ما يحيط بها من صخور. كما أن على المعدّن أن يكون ملماً بطريقة تنفيذ وإنشاء المغارات تحت الأرض، وكذلك بطرق تجهيز الخامات وتركيزها، ومن ثم استخلاص الفلزات منها بالإضافة إلى تشغيل مختلف أنواع الأفران التى تختلف باختلاف المعادن والفلزات المطلوب استخلاصها، فاستخلاص الذهب يختلف عن استخلاص النحاس أو الفضة وغيرها.

كما أن استخراج المواد السائلة كالبتروول والمياه، كذلك الأملاح والبتومين وغيرها وثيق الصلة بأعمال التعدين، على عكس ما يعتقد البعض. وعلى القائمين بالتعدين أن يكونوا على معرفة جيدة بعلوم وفنون عديدة ومنها معرفة باطن الأرض وكيفية النفاذ إليه، بل وبعض المعلومات الطبية للحفاظ على صحة وحياة العاملين فى المناجم، وخاصة مبادئ الإسعافات الأولية. كما يشمل ذلك بعض المعلومات الفلكية عن طبيعة الأرض وموقعها فى الفضاء الخارجى وعلوم المساحة وإنشاء الخرائط. وكل ذلك بالإضافة إلى معرفة كيفية تشغيل المعدات والماكينات والرسم الهندسى، مع خلفية قانونية لازمة عن حقوق الترخيص واستغلال حقول الخامات والمواد الأولية.





ولكل ذلك، فإننى (أجريكولا) أنصح المُعدِّين بالاطلاع على هذا المرجع وعلى غيره من كتاباتى السابقة، وكذلك بالاستفادة من الخبرات المتراكمة لدى قدامى المُعدِّين كل فى مجاله، كتنفيذ وإنشاء المغارات وأعمال غسيل الخامات وأعمال أفران الاستخلاص. وكذلك عليهم الإلمام بحقوق استغلال الخامات وغير ذلك. وإننى على أتم الاستعداد لتقديم العون لكل من يطلب منى المساعدة فى تلك المجالات وغيرها.

وإلى كل من يعتقد بعدم جدوى أعمال التعدين والفلزات، أتوجه بالسؤال (أو حتى إلى واحد فى المئة منهم فقط): ألم تشعر بالاحتياج فى وقت ما إلى مادة أولية أو إلى معدات وأدوات من الحديد وغيره من الفلزات للاستخدام فى حياتك اليومية؟ وليس هذا فقط بل أسأل: ألم يحقق الكثيرون ثروات لا بأس بها من العمل فى مجالات استخراج الخامات واستخلاص الفلزات منها؟

وعلى من يعمل فى تلك المجالات أن يبحث أولاً فى جدوى تشغيل خام أو مادة بعينها معتمداً على المعرفة والخبرة والجهد. وفى ذلك أتوجه إلى المزارعين بأن من يستخرج الخامات أشبه بمن يستزرع أرضاً يملكها. فهل تستوى الأرض الخصبة فيما تنتجه من محصول بتلك الجرداء أو شبه الجرداء التى تحتاج إلى جهد أكبر لتعوض مالكتها عما بذله من جهد؟ ولعل ذلك يوضح لماذا يجنى بعض المُعدِّين الأرباح بينما لا يربح الآخرون.

كما يحدثنا تاريخ التعدين عن ملوك وحكام ومستثمرين اهتموا بالتعدين وحققوا منه فوائد كثيرة سواء لبلادهم أو لأنفسهم، على عكس ما يعتقد معارضو التعدين، المتعصبون للزراعة باستقرارها وبالانعدام النسبى لعنصر المخاطرة فيها، من أنه لا فائدة من أعمال التعدين. ومن الأمثلة التعدينية الناجحة مناجم الفضة بفرايبورج بألمانيا، التى بدأ تشغيلها منذ أربعمئة عام





وما زالت مستمرة، ومناجم الرصاص فى جوسلار العاملة منذ ستمائة عام ومناجم الذهب والفضة فى شيمتزر وكريمتزر التى بدأ تشغيلها منذ ثمانمائة عام تقريباً.

ويقول المعارضون للتعدين إن أعمال التعدين تكون فى منجم واحد وقد لا تكون عملية الاستخراج مربحة فيه، والرد على ذلك أنه فى كثير من الأحوال ينتقل العمل إلى مناجم أخرى فى نفس حقل الخام، إذا لم يحالفنا التوفيق فى المنجم الأول، والمثال على ذلك مناجم فرايبورج أيضاً.

وليس لدى النية أن أجادل فى أن العمل الزراعى يتميز بثبات الدخل المتوقع منه بالمقارنة بتعدين الأرض، وقد يكون أكثر راحة، إلا أن دخل التعدين أكبر بكثير. وبمقارنة الدخل العائد من منجم للرصاص بدخل استزراع نفس المساحة فى نفس الموقع من الأرض، نجد أنه يعادل الضعف، فما بالنا إذا كان الفلز المستخلص هو الذهب أو الفضة. وقد أشار إلى ذلك كسينوفورت حينما تحدث عن منجم للفضة مجاور لأثينا فى اليونان، حينما قال إن ذلك المنجم يفتح بيوت عدد كبير من الناس أكثر بكثير من استزراع نفس المنطقة. وعلى ذلك فإننى أدعو المعدّنين إلى ألا يترددوا فى استخراج الخامات واستخلاص الفلزات أينما وجدوها فى الوديان والسفوح والجبال.

ومما يقال أيضاً أن أعمال التعدين خطيرة ومدمرة لصحة المعدّنين سواء بسبب سوء التهوية فى المناجم أو تصاعد الغبار والأتربة المؤثرة بالسلب على رئاتهم، كما أنهم معرضون لأخطار الانهيارات التى قد تحدث فى المغارات تحت سطح الأرض. وفى ذلك أقول إنهم يقومون بواجبهم نحو توفير المواد الأولية والفلزات المطلوبة لنهضة البشرية جمعاء. وهم فى تعرضهم للمخاطر





المهنية مثلهم مثل البحارة وعمال الإنشاءات فى المباني العالية وغيرهم . وعلى أية حال فإن الحوادث والإصابات نادرة الحدوث .

كما أن هناك مدخلاً فلسفياً لمعارضة أعمال التعدين والفلزات ، حيث يقول البعض إن الإنسان جسم وروح لا يحتاج إلى مواد أولية أو فلزية ، أى يكفيه أن يحصل على كفايته من الغذاء والكساء من الناتج الزراعى للأرض وما يحصل عليه من تربية حيواناته الأليفة فى مزرعته . إلا أنهم بذلك يتناسون احتياجات الإنسان إلى التمتع بحياته بصورة أفضل وأكثر راحة باستخدام المواد الأولية والفلزات المطلوبة لأدواته ومعداته .

كما أن هناك ما يتردد عن مضار شيوع الطمع والجشع فى المجتمع للحصول على الذهب والفضة بما يصل إلى حد الخيانة والسرقة والقتل . بل ويقولون إن الحديد بعد استخلاصه يجرى تصنيعه إلى سهام قاتلة وقذائف مدمرة ، والرد على ذلك أن الحديد مثله مثل غيره من المواد يمكن استخدامه لأغراض شريرة أو لأغراض خيرة ، وإننى أعتقد (أجريكولا) أن الله لم يخلق أى شىء فى الكون إلا وله فائدة للإنسان المؤمن بربه . وقد وجدت تشابهاً كبيراً بين الأسماك فى أعماق البحار وبين الخامات والفلزات فى أعماق الأرض ، وكلاهما نبذل جهداً كبيراً فى الحصول عليه من الأعماق لفائدة كل من يعمل بجهد وهمة .

ولا يخفى على أحد احتياج المزارعين إلى أدوات الحرث والمناجل وأدوات فصل الحبوب من سنبليها وغير ذلك ، وكلها من الحديد . كما أن الكثير من أوعية حفظ المنتجات الزراعية والحيوانية هى فلزية فى الأساس أو استخدمت الفلزات فى تصنيعها . كما لا ننسى أدوات الصيد ، وتصنيع المنسوجات والألبسة من القطن والصوف والكتان ، بل وأدوات البناء هى فى الأساس من مواد فلزية .





وأنى أعتقد جازماً أنه لولا الفلزات المصنّعة لعاش الإنسان حياة الوحوش فى البرارى ولما أتيحت له الفرصة ليحيا حياة متحضرة ومريحة . والواقع أن التعدين واستخلاص الفلزات لا يقلان أهمية عن الزراعة ، وذلك الذى يكد ويكدح فى حقله آملاً فى محصول وافر يناظر من يكد ويكدح فى منجمه آملاً فى استخراج الخام واستخلاص الفلز المفيد منه . كما أن المعدّنين حققوا فوائد كثيرة لهم ولمواطنيهم سواء فى المدن أو التجمعات السكانية مباشرة أو للمزارعين بتوفير ما يحتاجونه من معدات وأدوات .

والى من يقولون إن أعمال التعدين والفلزات هى أعمال غير نظيفة بطبيعتها لما فيها من حفر وشوائب وأتربة وأدخنة الأفران ، أقول إن الأقل نظافة هو خداع الناس ببيع بضائع مغشوشة أو بإقراضهم بطريق الربا . وإن من يقومون الآن بالتعدين واستخلاص الفلزات هم أناس أحرار وليسوا عبيداً كما كان الحال قديماً ، وهم حرفيون مهرة يمارسون نوعاً من الفنون الجديرة بالاحترام ، وإننى بحكم مهنتى الأصلية كطبيب أحمل لهم جميعاً أكبر قدر من الاحترام والمحبة وأقول إن عملهم الشاق هذا لا يقل احتراماً وتقديراً عن ممارسة الطب وتخفيف معاناة المرضى .

وإذا كانت الأسلحة التى يقاتل بها الناس بعضهم بعضاً تصنع من الحديد والرصاص والنحاس وغيره ، كما يقول البعض ، فالرد عليهم أنه إذا لم يوجد السلاح فسوف يتقاتل الناس بالأيدي وبالأرجل ، بل وبأسنانهم أيضاً ، لأن الشر ينبع من العقول وليس من السلاح . ويحضرنى (أجريكولا) فى ذلك مقولة سقراط : «يتشكل النبيذ بشكل الوعاء الذى يحتويه وتتشكل الثروة تبعاً لمن يكتنيها وطريقة استخدامه لها» .

وعلىنا أن لا ننساق وراء الطمع الإنسانى فى الذهب والفضة الذى يؤدى إلى الحروب والنزاعات وأن لا نغض الطرف عن المثل والقيم الإنسانية العليا .





ونعرف حالات أوشكت سفن محملة بالحلى الذهبية على الغرق فاضطر بحارتها إلى إلقاء حمولتهم الثمينة فى البحر ناجين بحياتهم. كما أن الثروة قد تؤدي إلى تعاسة صاحبها أو إلى سعادته، وكذلك عائد التعدين يجب أن يوجه لخير المجتمع وسعادته.

والواقع أن المناجم تحت السطحية لا تؤثر على سطح الأرض. وحتى لو اقتلعت بعض أشجار الغابات أثناء إنشاء المناجم تحت السطحية فإن المعدّنين يستزرعون الأرض بالقمح وغيره من المحاصيل المفيدة بعد اقتلاع الأشجار.

ولبداية تشغيل رصيد من الخام فى باطن الأرض، فإن المعتاد أن يقوم من لديه إمكانيات توفير الأدوات والمعدات اللازمة للتشغيل بالتعاقد مع بعض المعدّنين القدامى ومعهم مجموعات من العمال بإجراء الأعمال التعدينية المطلوبة لاستخراج الخام وبمرور السنوات ومع زيادة عمق المغارات تحت سطح الأرض، فإنه وفى كثير من الحالات يترك مالك المدخل الأصلي المتعاقد العمل فى المنجم، وقد يستمر المعدّنون فى الاستخراج لحسابهم، كما قد يساعدهم الحظ فى إيجاد عروق جديدة من الخام أو طبقاته لبدء العمل فى تشغيلها. وعليهم أن يراعوا الأوضاع القانونية قبل بداية عملهم الخاص، على ألا يعتدوا على حقوق جيرانهم سواء فى مناجم مجاورة أو من المزارعين وأصحاب الأراضى حول منطقة التعدين.

وختامًا، أنبه المعدّنين البسطاء وأحذرهم ممن قد يخدعونهم، خاصة بالنسبة لتواجد عروق أو طبقات من الخام من ناحية، ولتركيز الخام ومادته المفيدة ونسبتها المئوية من ناحية أخرى.

\*\*\*





## الكتاب الثانى

لقد قدمت فى كتابى الأول ردًا على بعض ما يقوله معارضو أعمال التعدين والفلزات. وفى كتابى الثانى أوجه بعض النصائح والإرشادات إلى المعدّنين أنفسهم (أجريكولا).

وأول ما أقوله للمعدّنين أن عليهم مراعاة الدقة والحذر فى أعمالهم، وخاصة فى اختيار العاملين معهم من ذوى الخبرة والأمانة، حيث إنه أثناء الاستخراج قد يعثر العمال على قطع من الذهب الخام فى صورته الفلزية أو على صخور سوداء يمكن استخلاص القصدير منها أو على أحجار ملونة نصف ثمينة.

ولمن ليس لديه إمكانيات كبيرة للعمل فى التعدين أن يتجه إلى أبسط طرق التعدين ومنها الترنشات السطحية وغسيل رمال الأنهار والنهيرات الصغيرة. كما أن الترنشات فى بعض الأحيان قد تكشف العروق المحتوية على خامات فلزية. وأن من يعثر على تلك الرمال المحتوية على الخامات المفيدة أو العروق الغنية، سواء بخبرته أو بحظه السعيد، سوف يتحول من الفقر إلى الغنى دون أن يتكلف الكثير. وفى الوقت نفسه إذا وجد أن الاستخراج سوف يكلفه الكثير بسبب زيادة الأعماق أو زيادة تكلفة التركيز والاستخلاص، فإن عليه أن يتوقف فوراً.

وعلى المعدّن أن يباشر العمل بنفسه مع عماله وينزل إلى المغارات تحت السطحية لتفقد حالتها وملاحظة التغيرات فى طبيعة الخام، سواء فى طبقاته أو فى عروقه، إما مباشرة أو من خلال ملاحظة التغيرات فى طبيعة نواتج الحفر.

وقد تقوم الحكومة بالتعدين، وخير مثال على ذلك حكومة أسبانيا التى تستخرج خامات الفضة وتقوم بالاستخراج والاستخلاص. وفى هذه الحالة إذا





ما شغلت الحكومة أكثر من عرق من عروق الخام فإن الحصيلة النهائية سوف تكون جيدة، حيث تعوض العروق سهلة الاستخراج أية تكاليف إضافية لازمة للاستخراج من العروق العميقة مرتفعة التكلفة.

وعموماً، فإن تواجد أكثر من عرق محتو على معادن أو فلزات مفيدة وتشغيلها فى نفس الوقت، يعطى المعدّنين الأمل فى تحقيق العائد المنشود من أعمال التعدين والمعالجة. كما قد تقوم مجموعة من المعدّنين بالعمل سوياً بنظام المشاركة بحيث يكون لكل منهم حصته المتفق عليها من العائد. وقد يكتفى البعض بالقيام بأعمال التركيز بالغسيل ومعالجة نواتج الحفر، بل وأكوام الشوائب القديمة الملقاة التى قد تتواجد فيها نسبة من المعادن أو الفلزات المفيدة التى لم يجر استخلاصها فى عمليات سابقة بسبب عدم الدقة فى اختيار الطريقة المناسبة للتركيز والاستخلاص.

وقبل البدء الفعلى فى الاستخراج من العروق والطبقات، يجب على المعدّن أن يدرس طبيعة وخواص العرق أو الطبقة والموقع والغطاء الصخرى والغطاء النباتى فوق وحول العرق أو الطبقة، وتواجد المياه وحالة الطرق بالمنطقة، والتأثير المتوقع لأعمال التعدين والمعالجة على صحة العاملين والقاطنين بالمنطقة. وكذلك عليه أن يراعى حقوق الملكية والجيرة.

وبالطبع فإن طريقة الاستخراج سوف تختلف من حالة لأخرى فى ضوء العوامل التى سبق أن ذكرتها (أجريكولا)، فالتشغيل على سفوح الجبال والتلال يختلف عن التشغيل فى الوديان. وفى حالة الغطاء الصخرى أو النباتى الكثيف، فإنه يكون من الأفضل تنفيذ مجموعة من المغارات تحت سطح الأرض التى تحتاج إلى توافر الأخشاب اللازمة لتدعيم أسقف المغارات لمنعها من الانهيار على العاملين والمعدات. وعندما تتوافر المياه فى الموقع يصبح من السهل استخدامها فى عمليات التركيز والغسيل من خلال قنوات





خاصة. وإن تواجد عروق الخامات وطبقاتها قريباً من شبكة الطرق بالمنطقة يسهل إيصالها إلى المستهلك ويخفض من تكلفة النقل، بما يزيد من العائد الإجمالي لأعمال التعدين والمعالجة.

ولا يفوتني أن أقول (أجريكولا) إن بعض المواد الناتجة عن أعمال التعدين والفلزات لها تأثير ضار على الصحة، ويجب مراعاة عدم تداولها والابتعاد عنها، أو معالجتها قبل التخلص منها.

وعلى المعدّنين، إذا ما عثروا على مواد ذات قيمة أو على أحجار نصف ثمينة منقولة إلى الوديان، أو في مجارى الأنهار والنهيرات وشواطئها، أن يقوموا بالبحث عن أصل هذه المواد والأحجار فى المرتفعات المحيطة، التى غالباً ما تكون درجة جودتها أفضل من تلك المنقولة إلى الوديان. ويحضرني هنا مثال (البحر الميت) كما يسميه اليهود وما فيه من مركبات كيميائية ذات قيمة كبيرة (أجريكولا).

وعلى ذلك، فإن على المعدّن أن يبدأ برمال العيون الجبلية يليها رمال النهيرات الصغيرة ثم الأنهار فى مجاريها البعيدة عن المرتفعات. أما عن المياه نفسها وما قد تحتويه من أملاح ومعادن، فهى ذات أنواع عديدة ومنها الملحية المحتوية على أملاح الصوديوم أو السوداء. الرصاص، وكذلك مركبات البيتيومين وغيرها. ويمكن الحصول على الملح من مياه البحار بعد تجفيفها، كما يمكن الحصول على بعض المعادن الثقيلة على شواطئ البحار كالرمال السوداء.

والمعتاد أن يختار المعدّن موقعاً معيناً من بين عدة مواقع ليبدأ فيه أعمال التعدين. وعليه الاهتمام بتواجدات عروق الخام التى قد تكون ظاهرة على سطح الأرض أو التى تكون مخفية تحت السطح وتحتاج إلى فنون معقدة تحت السطح لاستخراج المعادن المفيدة منها. وكثيراً ما تحدث، الأدباء والشعراء عن





اكتشافات للذهب والفضة حدثت بالصدفة البحتة نتيجة لمطارق العاملين في قطع الأخشاب في الغابات، أو نتيجة لتعرية عروق حاملة لفلزى الذهب والفضة المخفية تحت أشجار الغابات بعد حرائق ضخمة أزالَت الغطاء النباتي من على العروق فظهرت للعيان. وفي كل الأحوال، لابد من كشف الغطاء النباتي عن العروق قبل التشغيل. وقد يكون الغطاء النباتي من أشجار الغابات أو من الحشائش الكثيفة النامية فوق العروق على السطح.

وعلى أن نلاحظ أن النواحي القانونية، ومدى قبول الجيران، وخاصة من المزارعين، لا يمكن إغفالها. كما أنه إذا ما عمل أكثر من معدّن واحد في استخراج ومعالجة نفس العرق أو الطبقة، فلا بد من إجراء تعاقد ملزم لطريقة توزيع عائد التشغيل، حيث قد يستخرج البعض الأجزاء ذات درجة الجودة المرتفعة، بينما تكون الأجزاء الأقل جودةً من نصيب البعض الآخر من المعدّنين.

وعندما يلاحظ المعدّنون توافر ظواهر طبيعية تشير إلى تواجد الخام في منطقة معينة، فإن عليهم أن يقوموا بإجراء حفائر لتأكيد وجوده. فإن لم يصادفهم التوفيق في الحفائر الأولية، فعليهم الاستمرار في الحفر بطريقة منظمة إلى أن يتضح الوضع الحقيقي للخام وعروقه أو طبقاته. وقد يحتاج الأمر إلى إنشاء وتنفيذ مغارات تحت سطح الأرض لمتابعة مدى التواجد وانتظام درجة جودة الخام. ومن الطريف أن المعدّنين يطلقون على الأنفاق والمغارات أسماء المدن أو الحكام أو المستثمرين في أعمال التعدين. وقد يطلقون عليها أسماء تدعو إلى التفاؤل مثل (هبة الله)، بل وأحياناً أسماء الأبطال فقد أطلق في أسبانيا اسم (هانيبال) على أحد المناجم. وقد تطلق أسماء حيوانات قوية عليها مثل (الأسد) و (الدب)، وغير ذلك.



وأخيراً فى هذا الكتاب الثانى ، أود أن أشير (أجريكولا) إلى أن كل ما يقال عن (أغصان كشف المعادن) ما هو إلا خدعة كبرى ، أحذر المعدّنين من الوقوع فيها حيث يحمل بعض المخادعين هذه الأغصان المزدوجة الفروع ويقولون إنها تحدد مواقع عروق الخامات وطبقاتها، بل ووصل الأمر إلى حد أنهم يدعون كذباً أن كل نوع من أخشاب الغصون مخصص لنوع معين من الخامات المفيدة. وتبين اللوحة (شكل 1-2) اثنين من هؤلاء المخادعين يحملان (أغصان كشف المعادن) ومواقع الحفر التى يقوم بها المعدّنون البسطاء المخدوعون بناء على توجيهاتهم المضللة. ولا شك أن بعض الحالات التى نجحت فيها هذه الخدعة ما هى إلا من قبيل الصدفة البحتة، أو من قبيل سابق معرفة حامل الأغصان المخادع بوجود الخام وامتداده.

وكذلك أشير إلى أنه ليست هناك علاقة ما بأية حال بين تواجد الخامات ودرجة جودتها وبين وضعها بالنسبة لتساقط أشعة الشمس عليها كما يعتقد البعض.







## الكتاب الثالث

بعد أن تقدمت (أجريكولا) بإرشادات إلى المعدّنين فى الكتابين السابقين، يدور حديثى فى الكتاب الثالث حول عروق وطبقات وتواجدات الصخور والمعادن والفلزات المختفية تحت سطح الأرض، مستعيناً بلوحات مناسبة.

والعروق ذات أشكال وأبعاد عديدة، سواء من ناحية العمق أو السمك أو الطول. وعادة ما يطلق على العروق الممتدة من السطح إلى الأعماق (العروق العميقة) وقد يطلق على العرق الممتد بسمك كبير (عرق عريض)، بل وفى أحيان أخرى قد يسمونه (طبقة) رغم أنه فى حقيقته عرق وليس طبقة رسوبية.

ولقد سبق أن اقترحت أسماء لتلك العروق، وقد تكون تجمعات من المعادن، وذلك فى كتابى عن المصادر الأصلية لتكوّن المعادن وأسباب تكوّن المواد الأولية تحت سطح الأرض، وقد صدر فى بازل بسويسرا عام 1546م.

وعموماً، فإن بعض العروق قد يصل سمكها إلى 4-5 باساس أو ساجين منجمى (وحدات منجمية قديمة ويساوى الساجين الواحد 3 لوكات أو 6 أقدام، أى حوالى 1.7 متراً). وقد يكون هناك ازدواجات فى العروق أو قد تتفرع إلى تفريعات فى مختلف الاتجاهات. والبعض منها قد يكون ظاهراً أو مكشوقاً على سطح الأرض، والبعض الآخر تحت السطح وغير مكشوف. ويطلق المعدّنون على العروق تعريفات منها الرفيعة والمتوسطة والسميكة حسب سمك العرق أو ثخانتها، وهى تختلف من خام لآخر ومن منطقة لأخرى.

كما تعرف العروق باتجاهات امتدادها بالنسبة للاتجاهات الأربعة الأصلية (شمال - جنوب - شرق - غرب). وبذلك يمكننا أن نتوقع ظهور العرق أو





العشور عليه على السطح (مكشف العرق) بمعرفة اتجاهه وعلاقته بالطبقات الحاملة له، ونستعين فى ذلك بالبوصله المغناطيسية المنجمية التى تنقسم إلى 24 قسمًا. وأورد فيما يلى لوحات تبين مكاشف الطبقات والعروق فى ظروف طبوغرافية متباينة، وأبدؤها باللوحه (شكل 3-1) للبوصله المستخدمه وبها اتجاه الشمال إلى أسفل والجنوب إلى أعلى ومقسمة إلى 24 قسمًا، عليها مسمياتها باللاتينية بالنسبة للاتجاهات الأربعة الأصلية. وتتلخص الفكرة فى البوصله المنجمية فى استخدام الطريقة التى يقوم بها البحارة بالنسبة للبوصله البحرية لتعيين اتجاهات الرياح أثناء إبحارهم فى أعالي البحار حتى يمكن للمعدّنين تعيين اتجاهات العروق وامتدادها.

وتبين لوحه (شكل 3-2) عرقين مائلين (C) و (A) ظاهرين على سطح الأرض فى المنطقة المرتفعة يسار اللوحه. واللوحه (شكل 3-3) لمجموعة من الطبقات الأفقية الظاهرة. أما لوحه (شكل 3-4) فيها عرق سميك مائل (A) وآخر رفيع (B) وهما متوازيان وظاهران على السطح. واللوحه (شكل 3-5) لعرق مائل ميلاً خفيفاً (ABC) ظاهر على السطح بين الطبقات (D) و (E) و (F)، واللوحه (شكل 3-6) لعرق مائل ممتد بين جبلين (DEF). أما العروق المتقاطعة فتوضحها لوحه (شكل 3-7) لعرقين متقاطعين (B) و (A) والخط (C) هو خط تقاطع السطحين العلويين للعرفين.

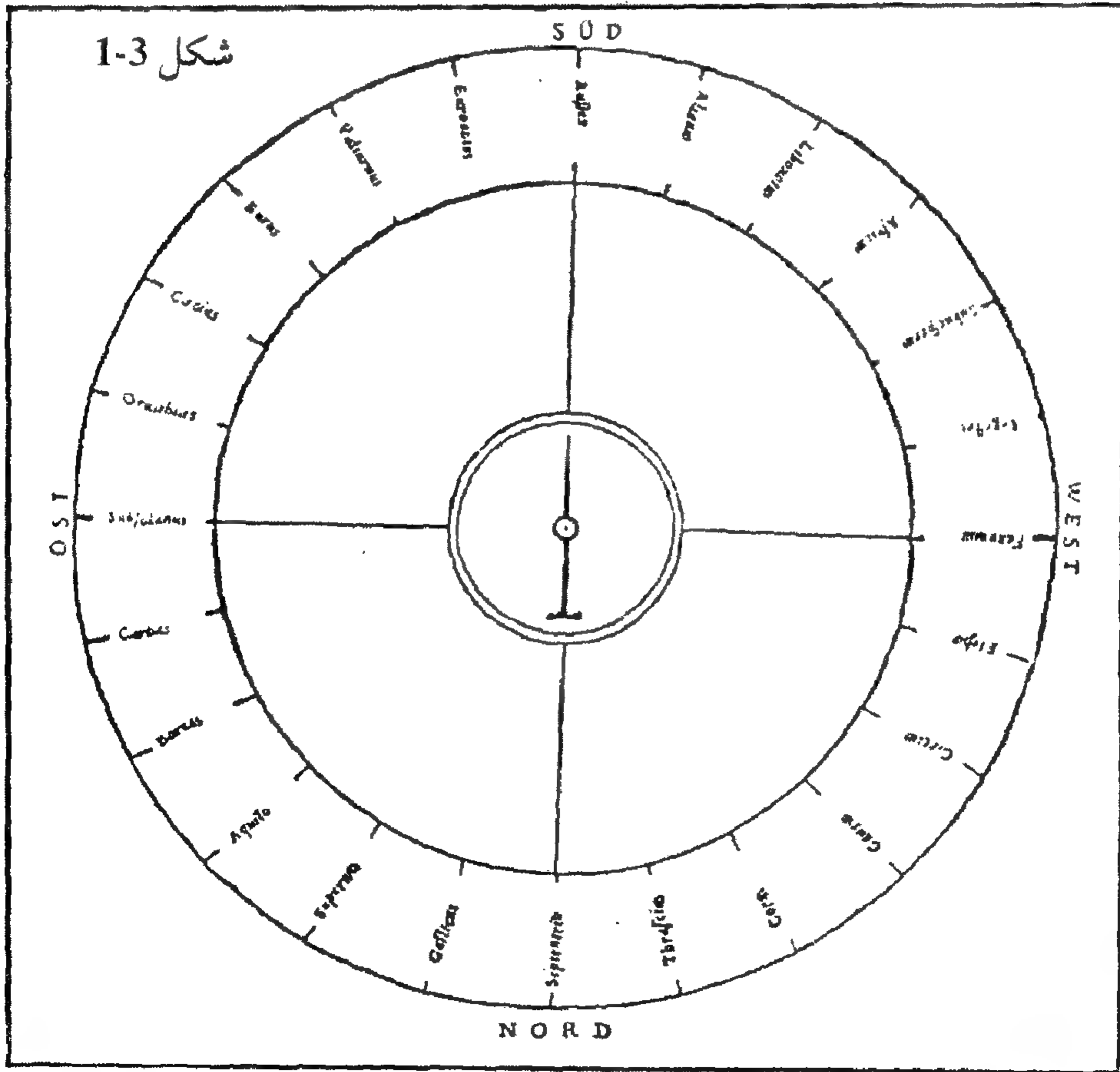
أما اللوحه (شكل 3-8) فتبين تفريعتين لعرق سميك وهما (A) و (B)، وفى أعلى اللوحه تبدو تفريعتان لعرق سميك (A) و (B) تتحدان مرة أخرى فى العرق (C) إلى أعلى يمين اللوحه.

وبالإضافة إلى العروق والطبقات وطريقة تواجدها فى الطبيعة، فعلى الاهتمام أيضاً بنظم الفواصل وطريقة توزيعها، وتبينها اللوحه (شكل 3-9) حيث التشققات والفواصل فى الاتجاهين (A) و (B).

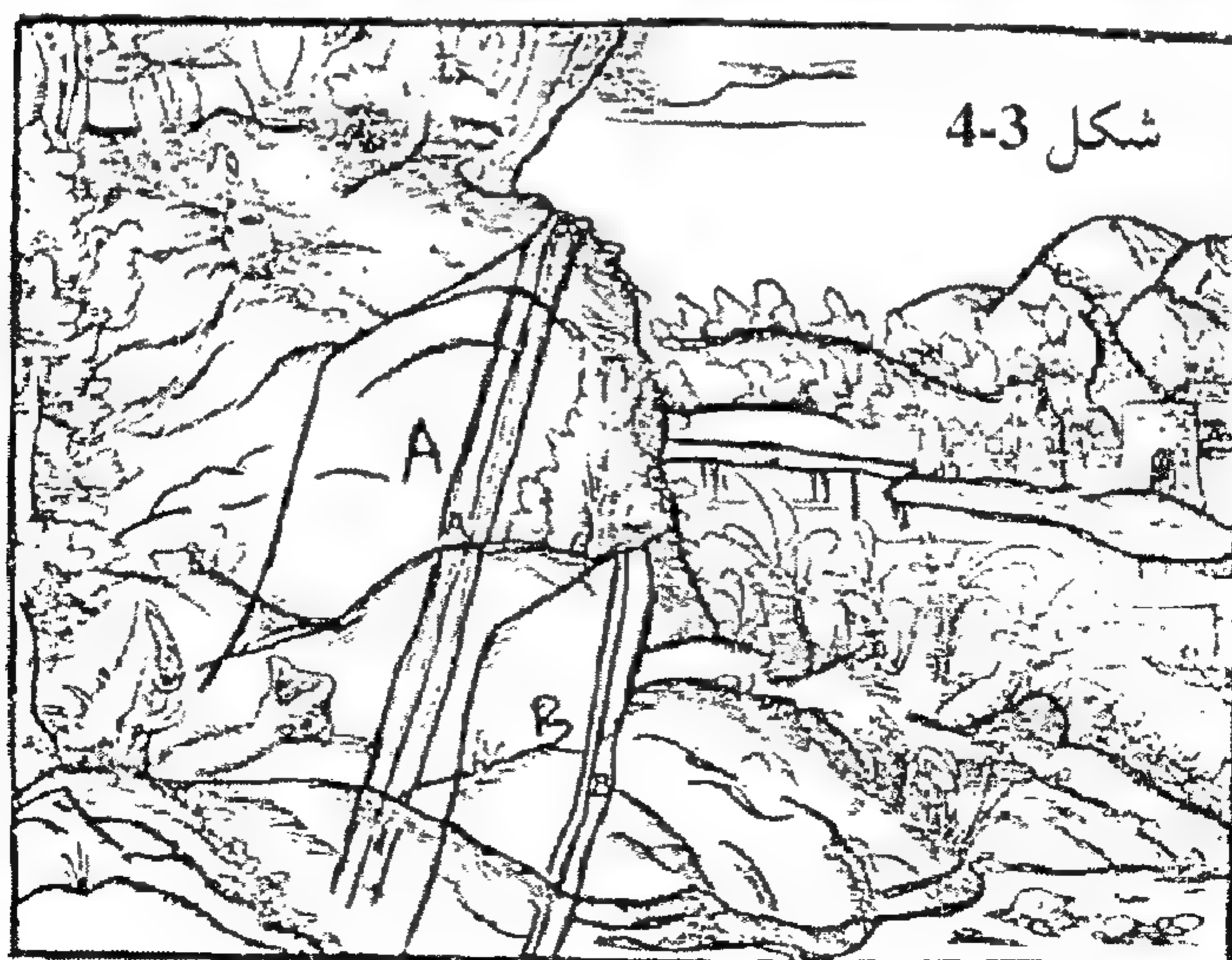
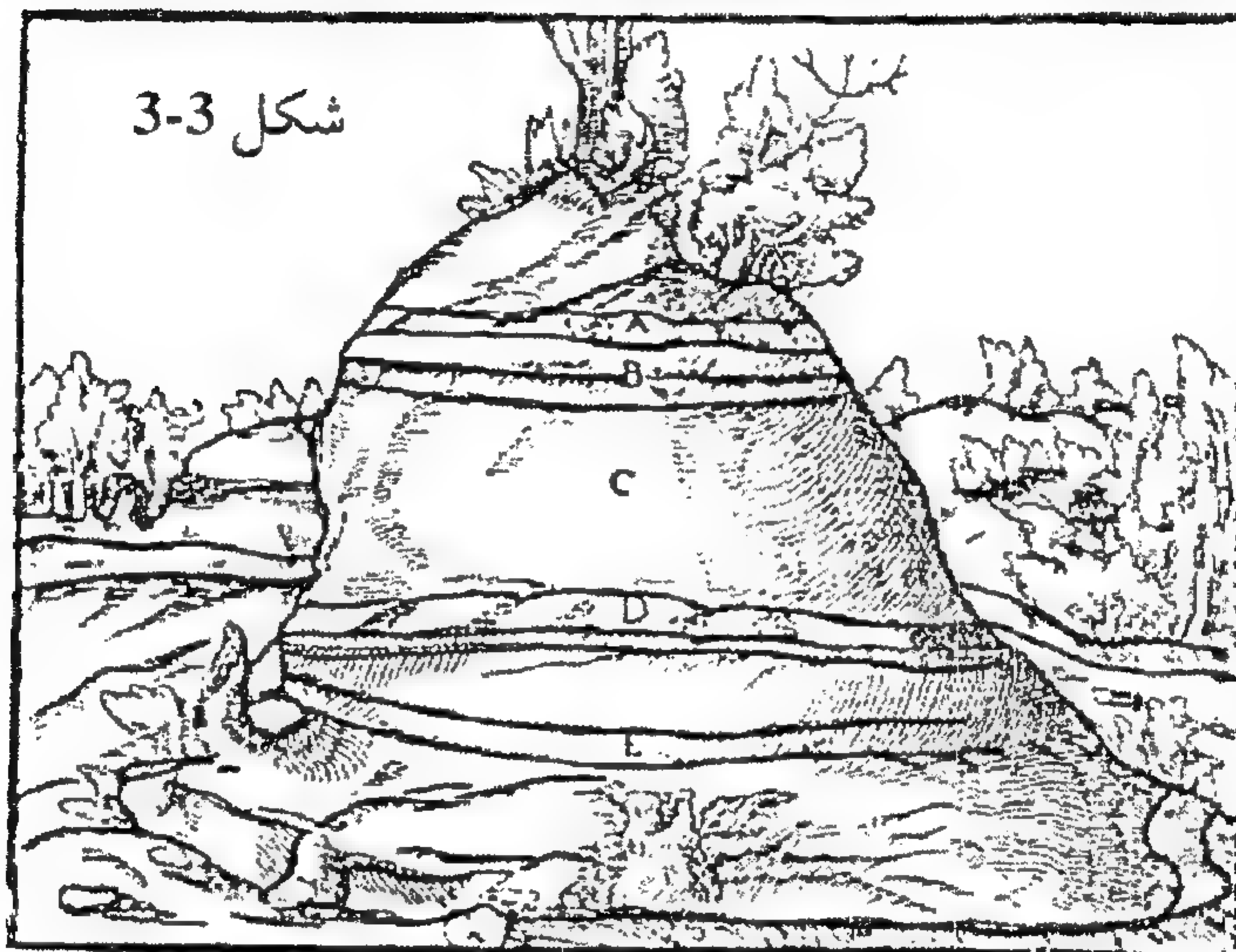
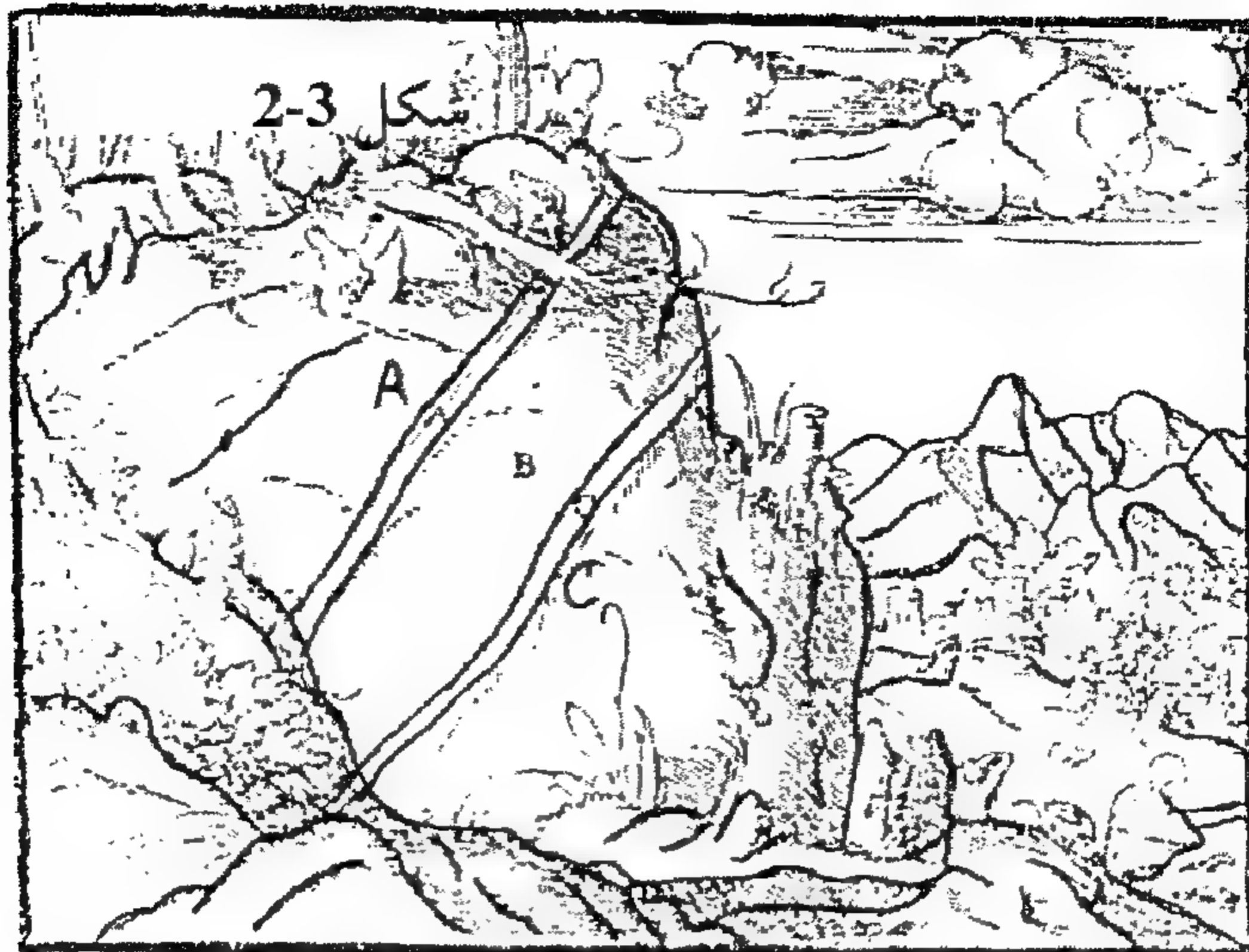


وفى اللوحة (شكل 3 - 10) تبدو مجموعة من العروق فى أحد السهول ولن يمكن التفريق بينها بدون الاستعانة بالبوصله المنجمية لتحديد الاتجاهات والتفريعات للعروق (A) و (B) و (C) و (D) ويمكن ذلك بعد رسمها على خريطة أو لوحة رسم مناسبة.

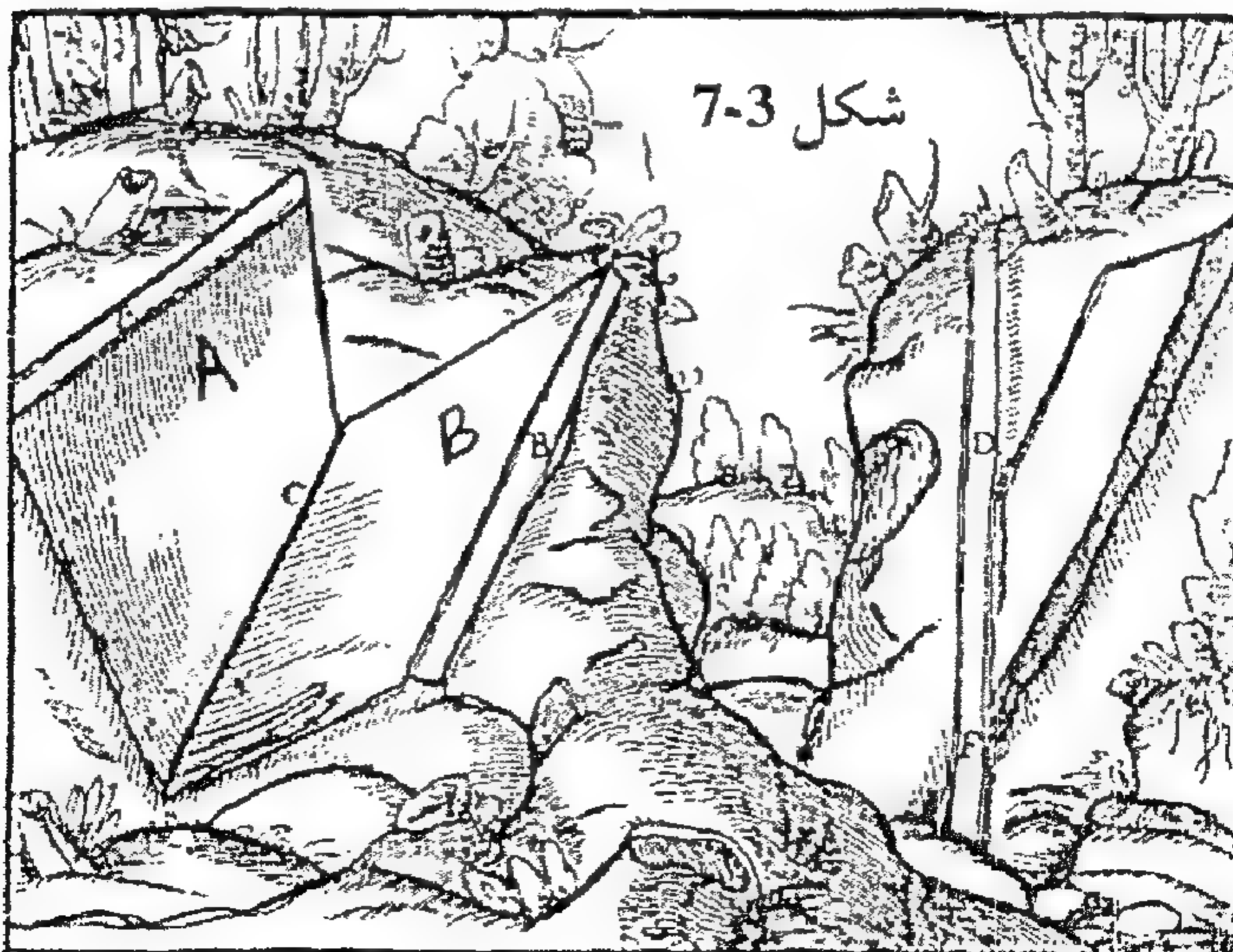
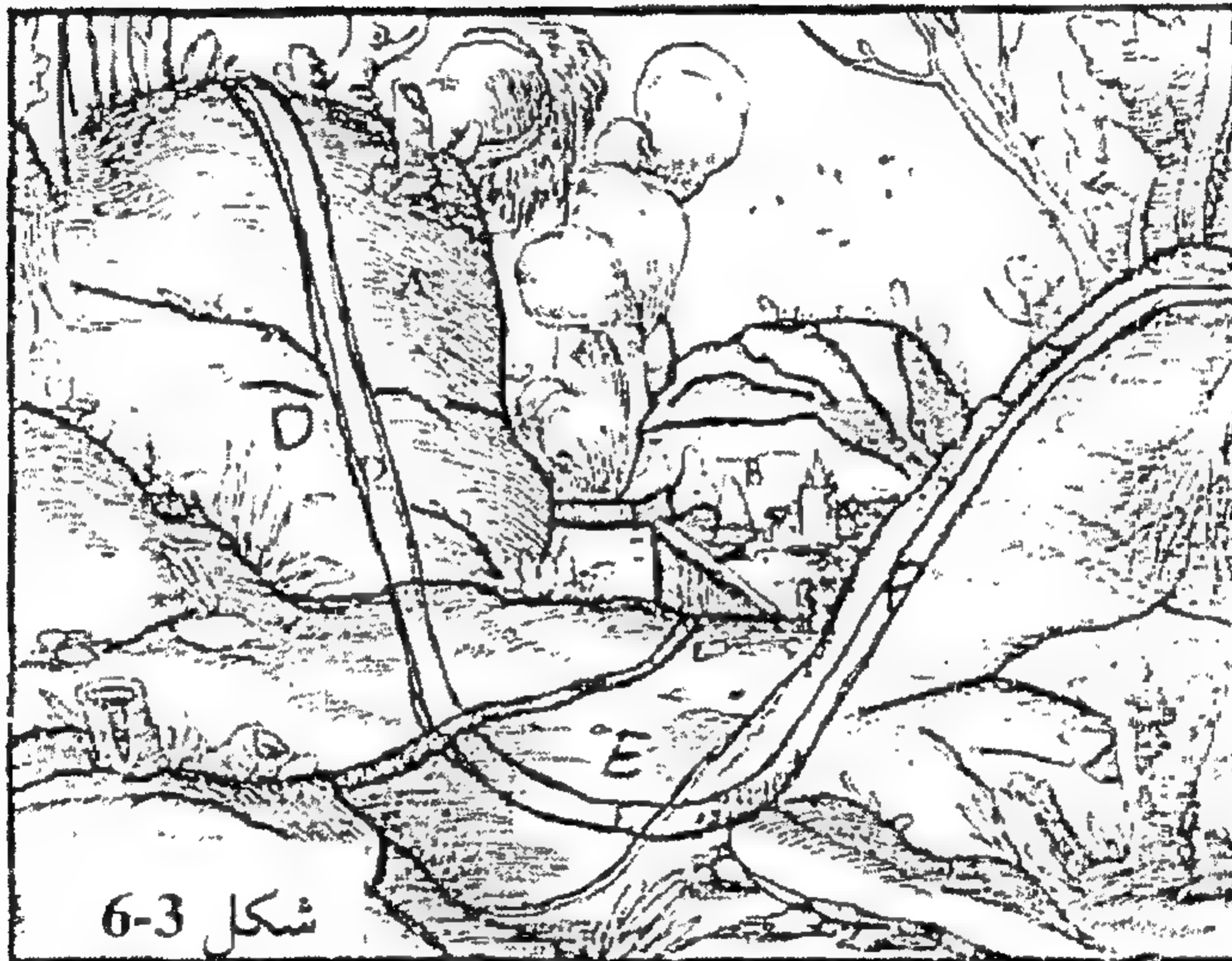
وبمناسبة تعيين الاتجاهات، فلقد اعتقد البعض أن اتجاهات تيارات مياه الأنهار والنهيرات المتواجد على شواطئها الذهب الخام فى حالته الفلزية على هيئة صفائح دقيقة بالنسبة للاتجاهات الرئيسية الأربعة، لها تأثير على تواجد الذهب، إلا أن ذلك غير صحيح بالمره. حيث يعتمد تواجد الذهب على الظروف الجيولوجية والطبوغرافية، وبالأساس على ظروف تواجد العروق الأصلية للذهب فى المرتفعات.



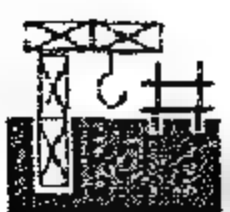
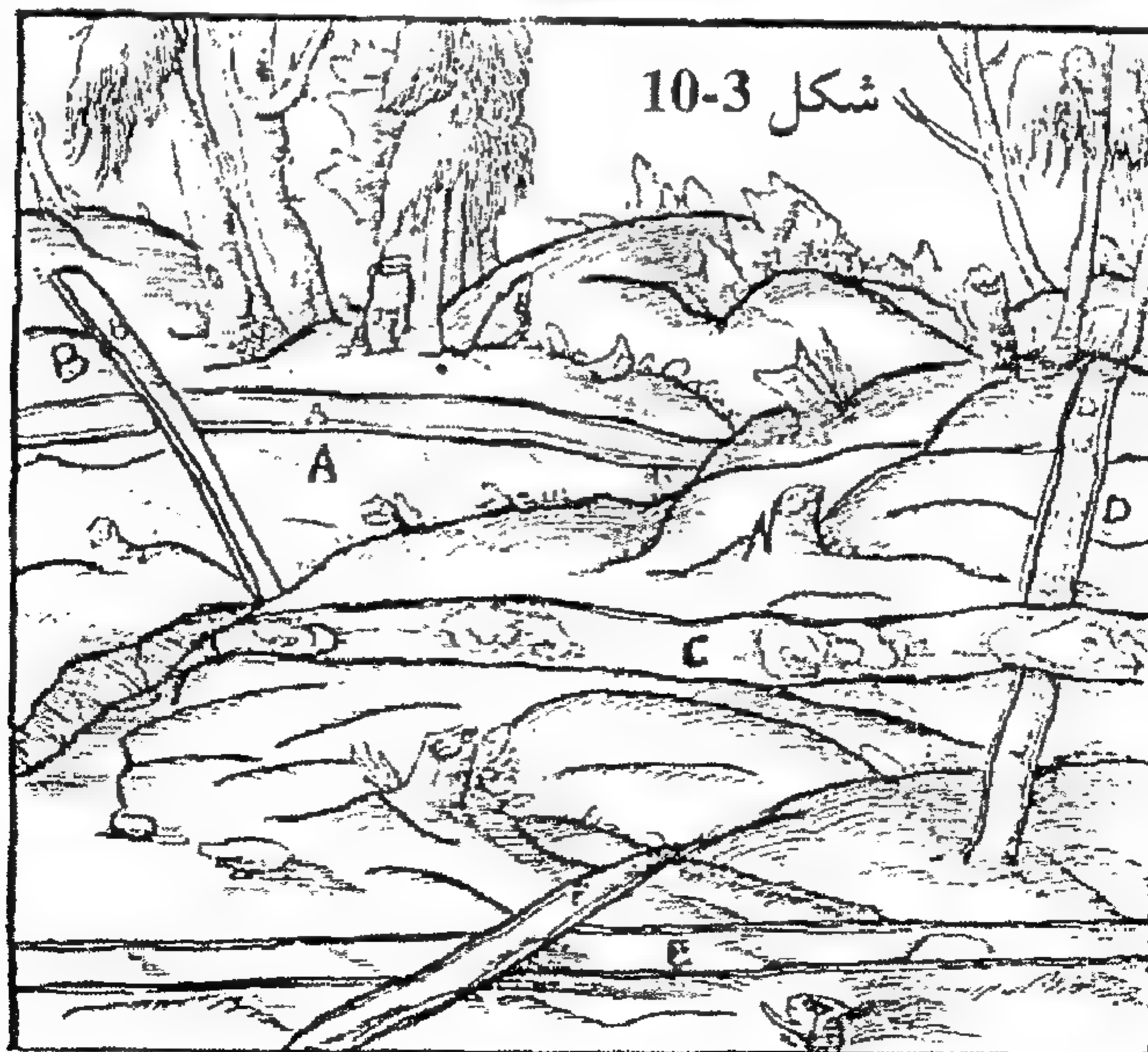
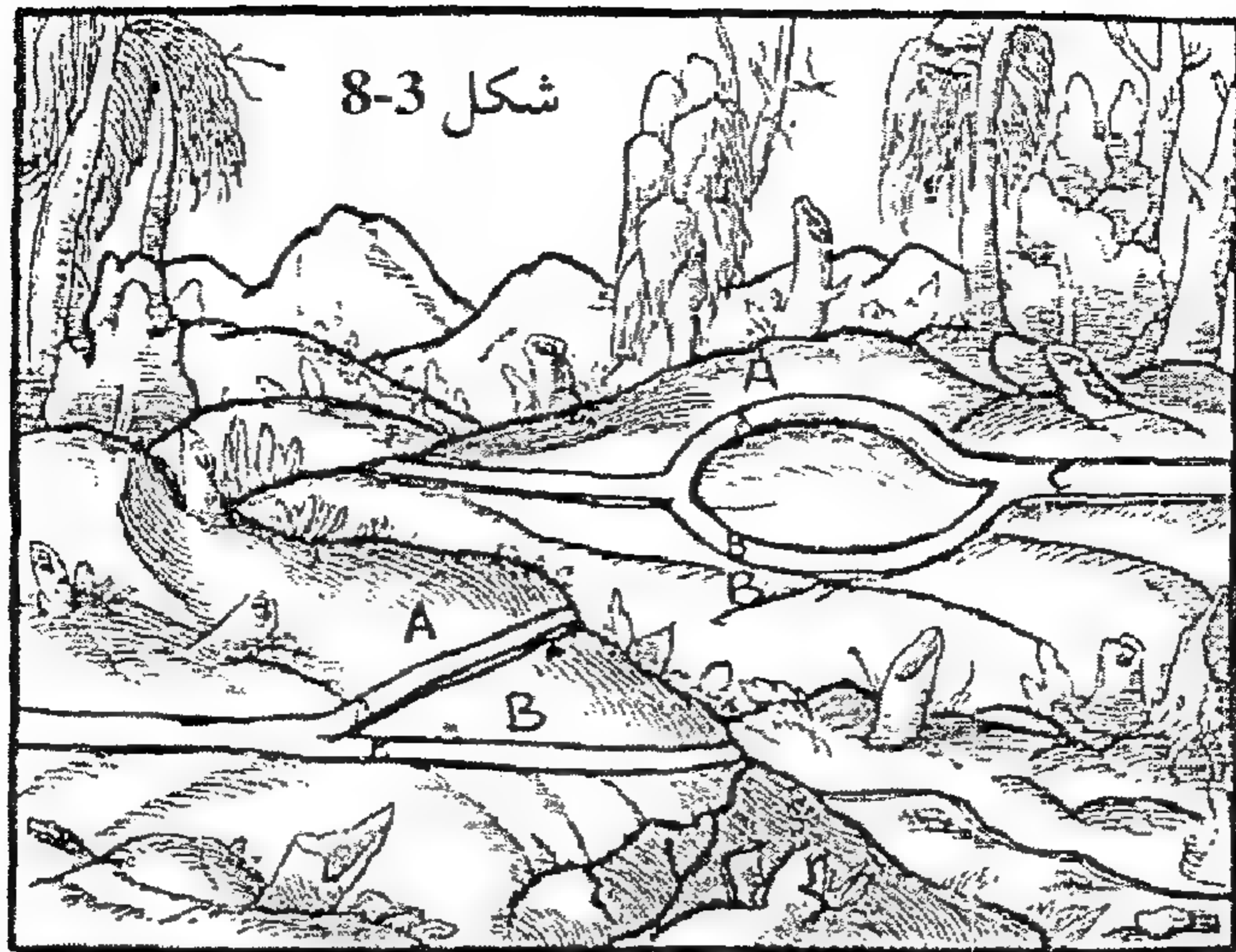












## الكتاب الرابع

فى هذا الكتاب الرابع أتحديث (أجريكولا) عن حقول المناجم ومداخلها وطرق القياس، وواجبات المعدّنين سواء بالنسبة لأعمال القياس (المساحة) أو لأعمال الاستخراج.

وعندما يقوم المعدّن بكل ما فى وسعه للتعرف على العروق والطبقات المتواجد فيها الخام وتجدر قبولا لديه ويشعر بجدوى استخراج الخام منها بما يعود عليه بعائد مناسب، فإن عليه أن يعهد إلى أحد المسّاحين أن يقوم بتحديد المساحة المطلوبة حتى يستصدر الترخيص أو التصريح اللازم للقيام بأعمال التعدين المطلوبة للاستخراج.

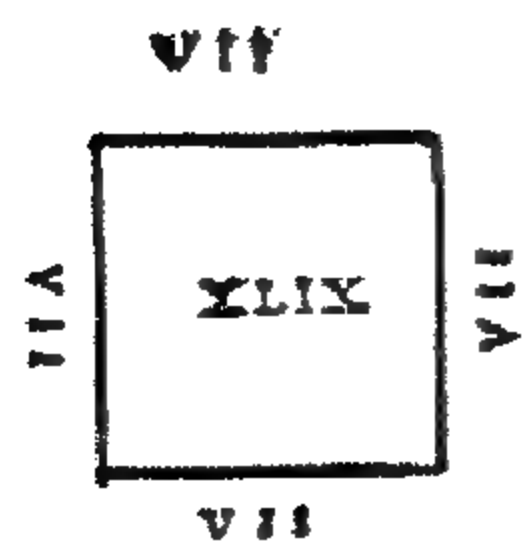
وتعتبر وحدة القياس لدى المعدّنين هى اللاكستر (وهو ما يعادل 1.7 متر ويعادل 3 لوكات أو 6 أقدام لاكستريه حيث القدم اللاكستري يساوى 28.32 سم). وهناك وحدات قياس متعددة لدى مختلف الشعوب، فعند اليونانيين تسمى هذه الوحدة «الأورجيا» وهى أكبر من 5 أقدام وتنقسم هى الأخرى إلى 6 أقدام يونانية. بل إن هناك الأقدام الرومانية (لدى الإيطاليين). . . ويقترب طول القدم الألمانى من القدم اليونانى.

ويأخذ قطاع أو حقل المنجم عادة الشكل المربع أو الشكل المستطيل. وتبين اللوحات بالأشكال من (شكل 4 - 1) حتى (شكل 4 - 5) حقول مناجم مربعة، ومستطيلة بعرض 7 لاكستر (11.9 متر) وأطوال بالمتر 11.9 متر،  $1.7 \times 14$ ،  $1.7 \times 49$ ،  $1.7 \times 42$ ،  $1.7 \times 28$ م على الترتيب بمساحات 141.61 متراً مربعاً، 566.44 متراً مربعاً. . . الخ. وموضح على الأشكال المساحات بوحداتها باللاتينية.

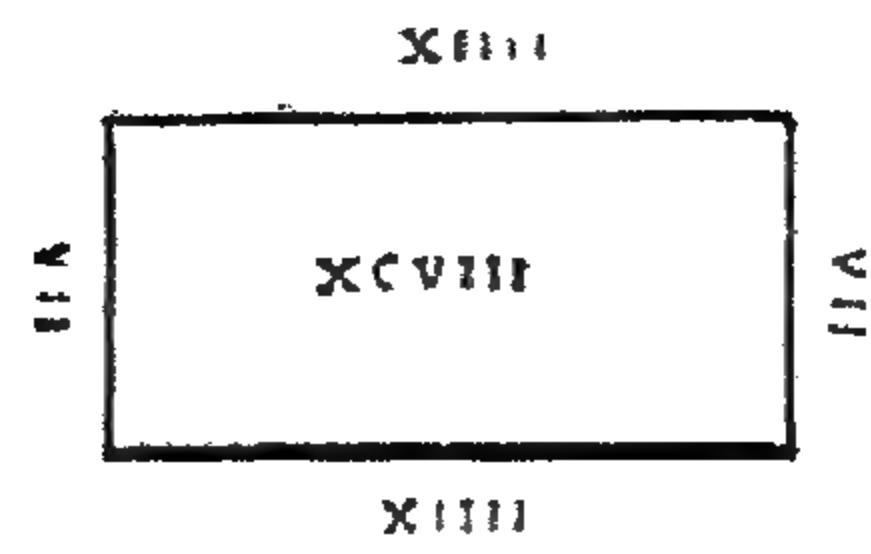
وتنقسم المستطيلات الكبيرة إلى مستطيلات أصغر منها تبعاً لأعمال الحفر والتعدين. ويجب على المسّاح أن يراعى هذه الأقسام عند إجراء قياساته



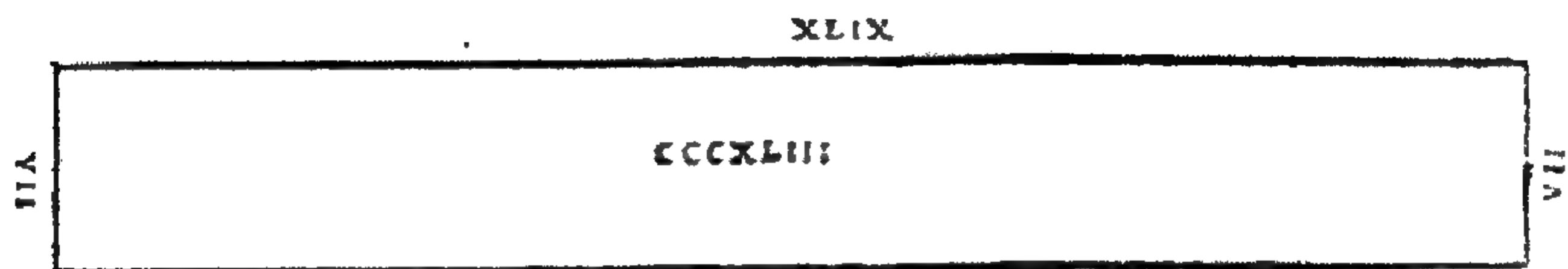




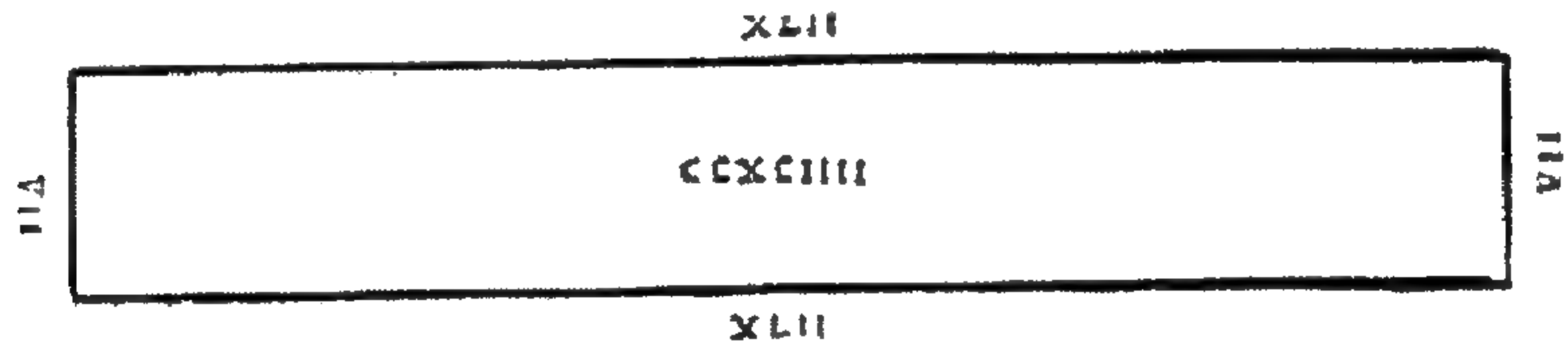
شکل 1-4



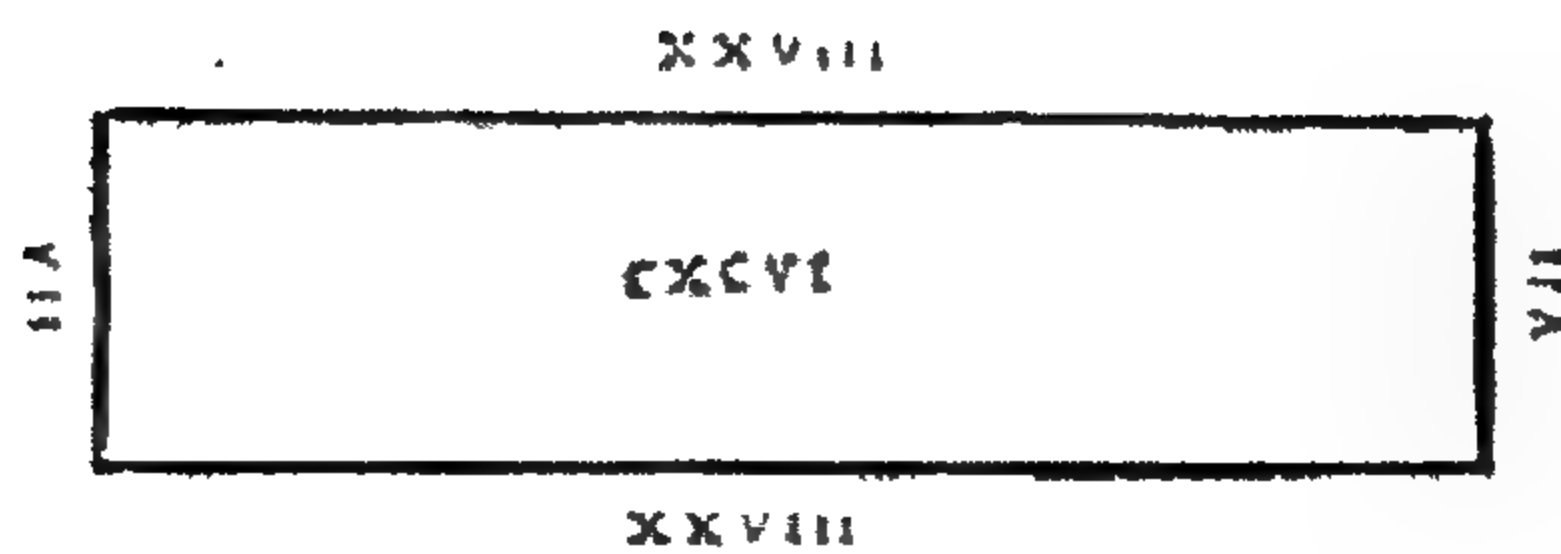
شکل 2-4



شکل 3-4



شکل 4-4



شکل 5-4



ليحدد أيها أنسب لبداية الحفر وتنفيذ وإنشاء المغارات تحت سطح الأرض، وكذلك عليه أن يراعى الترتيب المخطط لتقدم أعمال التعدين من قسم لآخر. ويطلق على القسم الذى تبدأ فيه أعمال تجهيز حقل المنجم بإنشاء المغارات الموصلة لجسم الخام، القسم الرئيسى. وعلى المسّاح أن يحدد بدقة الحدود المزمع اتخاذها بين قسم وآخر وأن يراعى التراخيص الممنوحة للمعدنين وذلك بعلامات حجرية واضحة لتجنب التداخل بين التراخيص.

وعادة ما تجرى التفريعات من القسم الرئيسى ويكون واحد منها فى المستوى العلوى والآخر فى المستوى السفلى بالإضافة إلى المزلقانات على المائل فى حالة العروق المائلة وذلك من الحدين الجانبين كليهما.

أما بالنسبة لتشغيل الخامات الطبقيّة فيكون القسم الرئيسى أو مدخل المنجم بقدر الإمكان فى سفح الجبل عند موقع ظهور العرق أو الطبقة (المكشف) ويلى ذلك تنفيذ التفريعات كما سبق فى أقسام متتابعة، تبعاً للمخطط الموضوع لأعمال التعدين.

ويمكن اعتبار مالك المدخل أو النفق المالك الفعلى للمنجم وهو يحرص على أن يكون مقطعه العرضى مناسباً وكافياً لأعمال جميع المعدنين العاملين فى حقل المنجم، وكذلك لأعمال التهوية المطلوبة، بالإضافة إلى أعمال الحفر وتنفيذ المغارات. وعادة ما يكون هناك اتفاق بين المعدّنين ومالك المدخل بحيث يحصل على جزء متفق عليه من الخام الناتج عن أعمال التعدين. وتعتمد هذه الاتفاقات من الملك أو الأمير أو حاكم الإقليم لتفادى حدوث نزاعات بينهم. وقد يساهم المعدّنون بربع قيمة التكاليف بناء على اتفاق معتمد أيضاً.

وفى حالة المناجم ذات المداخل فى الأراضى المنبسطة أو الوديان، فإنه يجرى تقسيم حقل المنجم إلى أقسام - كما سبق - بناء على القوانين المعمول

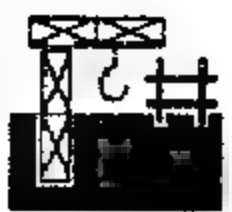




بها من ناحية، وعلى مخطط أعمال التعدين من ناحية أخرى. وهذا المخطط قد يضعه مالك المنجم أو صاحب الترخيص بالتشغيل، الذى يحصل على عائدات الاستخراج جميعها إذا ما تحمل منفرداً تكلفة الإنشاءات وأعمال التشغيل. أما إذا ما اشتركت مجموعة من المعدّنين فى تحمل التكلفة فيتم توزيع العائدات عليهم بنسبة مشاركة كل منهم فى التكلفة. وهناك قواعد معترف بها بين المعدّنين لتحديد نسب المشاركة وكذلك نسب التوزيع.

ومن هذه القواعد ما يخص عروق أو طبقات خام الحديد المرتفعة درجة جودته، حيث قد يقوم بأعمال التعدين معدّن واحد منفرداً، وعادة لا يزيد عدد المشاركين أو المساهمين عن أربعة. وفى حالة عروق البزموت والقصدير والنحاس قد يصل عدد المساهمين إلى ثمانية أو أكثر، ونادراً ما يصل عددهم إلى 64 مساهماً. وكمثال يتذكر أباًؤنا أن عدد مساهمى منجم الفضة فى شينبرج قد وصل إلى 186 مساهماً لكل مساهم قسم من العائد، مع اعتبار الأمير أو حاكم الإقليم والكنيسة مساهمين بقسم واحد لكل. وكمثال آخر، ففي مناجم يواكيم استفال فى تشيكوسلوفاكيا كانت المساهمات فى مناجم الفضة 129 حصة توزيعها كما يلى: 122 حصة للمالك المدخل والمساهمين معه و4 حصص لصاحب الأرض وحصة واحدة لكل من أمير المقاطعة والكنيسة والفقراء والمعوزين بالمنطقة. ويلاحظ أن صاحب الأرض لا يشارك فى تكلفة التعدين حيث تعتبر مشاركته بأرضه كافية، وأيضاً لا يشارك فى التكلفة أمير المقاطعة والكنيسة وفقراء المنطقة. وبذلك تكون النسبة التى يحصل عليها المالك والمساهمون معه 122 : 129، أى حوالى 94%.

أما عن نظام المحاسبة، فعادة تتم كل ثلاثة شهور ويتحمل المساهمون مصروفات التشغيل وأجور العمال بنسبة مساهمة كل منهم فى أعمال التعدين. ولقد حقق الكثيرون من المعدّنين وملاك المناجم أرباحاً خيالية



(أجريكولا) من تشغيل عروق الذهب، وكذلك الفضة فى كثير من مناطق التعدين ومنها منجم سانيك لوزنر وغيره.

وفى بعض الحالات قد تحدث خسائر غير متوقعة لأسباب مختلفة منها تواجد مياه جوفية ومنجمية بكميات أكثر مما كان متوقعا داخل المغارات تحت سطح الأرض، أو حدوث تأثيرات على دعائم المغارات من مغارات أخرى قريبة أو مجاورة، أو تواجد فوالق أو صدوع فى منطقة الاستخراج لم تكن فى الحسبان، وغير ذلك.

وفى حالة حدوث الخسائر، يقتسمها المساهمون بنسبة مساهمتهم أيضا. ويتعاون القائمون على إدارة المناجم المتجاورة فى التغلب على تلك الأضرار المسببة للخسائر، وذلك بإنشاء وحدات لرفع المياه وقنوات لصرفها من الأعماق إلى السطح.

وبالطبع يحافظ المساهمون على حقوقهم فى جميع الحالات، ومن ذلك حالة إغلاق المدخل الرئيسى الذى قد يكون مملوكا لشخص آخر، حيث يقومون بشراء الترخيص منه، وهناك غرامات تنتظره وفقا لأحكام القانون إذا لم يتجاوب مع مطالبهم. وإن أهم ما يشغل بال المساهمين والمعدنين هو مغارات التهوية وقنوات ومعدات صرف المياه المنجمية.

وتجرى كل هذه التسويات والاتفاقات، بل وحتى الغرامات، عادة كل ثلاثة شهور أيضا. وهناك قواعد معترف بها فى حالات التنازل للغير، حيث يتم ذلك باتفاق المساهمين، ويكون التنازل له ملزما بجميع التزامات المساهم التنازل وذلك فى خلال شهر واحد فقط من تاريخ التنازل. وكل هذه الترتيبات والإجراءات يمكن اتخاذها بأغلبية آراء المساهمين وذلك بنسبة 100 : 128 (أى حوالى 78%).





والآن أتحدث (أجريكولا) عن توصيف العمالة التعدينية الرئيسية بإيجاز

كما يلي :

\* الرئيس الأعلى للمناجم: يعينه الملك نفسه أو أمير المقاطعة، ويكون ممثلاً له، وهو عادة من الشخصيات المرموقة سنًا ومقامًا. وهو الذى ترد له أية ملاحظات أو شكاوى بخصوص العمل التعدينى ويثيب المجدَّ ويعاقب المخطئ. وعليه أن يتخذ القرارات النهائية التى يعجز مدير المنجم عن اتخاذها. ومن واجباته الاعتماد النهائى للشئون المالية والميزانية وتحديد المسؤوليات المنوطة بالعاملين فى التعدين سواء تحت سطح الأرض أو على السطح. وكمثال فقد تم تعيين المؤرخ اليونانى الشهير فوكيديد رئيساً أعلى للمناجم فى جزيرة تاسوسى باليونان.

\* مدير المنجم: وهو المقرب من الرئيس الأعلى للمناجم، وله السلطة التنفيذية العليا على جميع العاملين بالمنجم، عدا المحاسبين والشئون المالية ومثمنى الخامات والمعادن والفلزات الناتجة عن أعمال التعدين. كما يؤخذ رأيه فى الحدود الفاصلة بين مختلف حقول المناجم العاملة فى المنطقة. وعليه أن يدون ملاحظاته فى كتاب (سجل) خاص بأعمال التعدين فى المنجم، ومن مسؤولياته مراعاة عدم تواجد مخاطر على العاملين فى المنجم، سواء من الانهيارات أو من سوء حالة التهوية بالمغارات، وغير ذلك. وفى كثير من الأحيان يقوم بتحديد الأعمال المطلوبة وتوزيعها فى جدول زمنى على أيام الأسبوع وعلى مجموعات العاملين فى المنجم، وكذلك وضع العلامات المميزة لنصيب كل مجموعة من العاملين فى حقل المنجم من تلك الأعمال. وهو يصدر قراراته التنفيذية لجميع العاملين، فيما



عدا تلك الخلافات التى قد تحتاج إلى تدخل قضائى أو تحكيمى خارجى. ويعاون المدير نائبه أو السكرتير الذى يقدم تقريراً كل ثلاثة شهور عن الأعمال الجارية فى المنجم بالتشاور المباشر مع المدير، وقد يطلق على السكرتير (كاتب المنجم).

\* **محلّفو المناجم أو المحكّمون:** وهم من الشخصيات المرموقة الموثوق فيها من المجتمع ومن ذوى الخبرة التعدينية، ولهم مجلس ينقسم إلى عدة لجان، وعددهم عادة ما يكون بواقع اثنين لكل منجم. إلا أن عمل المجلس هو عمل مشترك حيث يقومون بواجباتهم التحكيمية فى خلال 14 يوماً من تاريخ طلب التحكيم. وهم يقومون بإجراء مقابلات مع مديرى المناجم محل التحكيم ويتخذون قراراتهم التحكيمية سواء بالنسبة للمغارات وأوضاعها أو للمعدات والماكينات والدعائم وغيرها. ومن واجباتهم إجراء التحكيم فيما يخص مدى تقدم الأعمال المنجمية باللاكستر (1.7 مترًا)، وعدد العاملين بالنسبة للأطوال على حسب نوعية الصخور والخامات المستخرجة سواء أكانت صلبة أم غير صلبة. كما يحددون الأجور الإضافية فى حالة ظهور صعوبات فى التشغيل، أو على العكس فى حالة سهولة العمل عما كان متوقعاً فى التصميم الأسمى حيث يقررون زيادة الأطوال المطلوبة من العاملين بنفس الأجر المتفق عليه مسبقاً. ولهم أن يصدرُوا أحكاماً بغرامات على المخالفين للقواعد المنصوص عليها. بل وقد يصل الأمر إلى أن يوصوا أمير المقاطعة بإصدار أحكام رادعة بالسجن لمدد محددة تبعاً لنوعية المخالفة المرتكبة.

\* **كاتب (سكرتير) المنجم (أو المناجم)** يقوم بتسجيل بيانات ومعلومات المنجم أو المناجم العاملة فعلاً فى المنطقة فى سجل خاص بذلك،





وتلك الجديدة المزمع البدء فى العمل بها فى سجل آخر مستقل .  
ويتضمن السجلان أسماء من تقدموا بطلب ترخيص تشغيل المنجم  
أو المدخل وتاريخ وساعة تقديم الطلب، وكذلك مواصفات عرق  
الخام أو طبقته وموقعه، وأساسيات تقديم الطلب، وأسماء مالك  
المنجم أو المدخل والمساهمين معه وكذلك أسماء المتخصصين الذين  
اعتمدوا صلاحية الطلب وإمكانية التنفيذ.

وهناك سجل ثالث به أسماء القائمين بالتصميم والتنفيذ. أما  
السجل الرابع فمدون به النواحي المالية والعلاقات بين المناجم  
وبعضها البعض، وخاصة فيما يختص بالتهوية وصرف المياه المنجمية  
وإنشاء وتركيب المعدات والماكينات. والسجل الخامس يحتوى على  
تطورات النزاعات الجارية وأعمال التحكيم التى عرضت على  
مجلسى محلفى المناجم (المحكمين) وقراراتهم التحكيمية لمجموعة  
المناجم بالمنطقة.

ومن المعتاد أن يدون الكاتب (أو السكرتير) كل هذه المعلومات  
فى السجلات حسب نوعيتها يومياً. وإذا تصادف أن كان اليوم يوم  
عطلة فيقوم بتدوين البيانات يوم الخميس التالى. وفى كل يوم سبت  
يدون الكاتب المصروفات والدخول الأسبوعية لكل منجم على  
حدة.

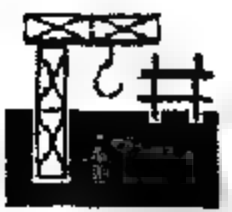
كما أن هناك سجل يُفتح كل ثلاثة شهور موضح به تطورات  
العمل فى المناجم وخاصة أية تغيرات قد تحدث فى الملكية وحصص  
المساهمة والتنازلات والتغيرات بسبب حالات الوفاة وغير ذلك.  
وجميع هذه السجلات يحتفظ بها كاتب المنجم فى مكان أمين مغلق  
جيداً وهناك نسخة من المفتاح لدى كاتب الملكية ليتمكن الاطلاع على  
ما يجرى أولاً بأول فى أى وقت يشاء.



\* كاتب الملكية: هو المختص بالمتابعة القانونية والمالية للتغيرات فى الملكية وفى أنصبة المساهمين الذين قد يصل عددهم إلى العشرين مساهما أو أكثر. وفى كثير من الحالات قد يتنازل أحد المساهمين لغيره من المساهمين أو لمساهم جديد ينضم إليهم. ويهتم كاتب الملكية بمراعاة تلك التغيرات وتأثيرها على الأنصبة وعلى النواحي المالية، وذلك كل ثلاثة شهور، عندما تجرى المحاسبة ربع السنوية للمصروفات لتحديد الأنصبة من عائدات أعمال التعدين. ويحصل كاتب الملكية على راتبه من مديرى المناجم مباشرة.

\* ملاحظ العمال: هو المتصل مباشرة بمجموعات العمال فى المنجم وعلى السطح، ويقوم بتوزيع العمل عليهم ومتابعة طريقة تنفيذهم للواجبات الموكولة إليهم، بما فيه صالح العمل وعدم إهدار رصيد الخامات فى العروق أو الطبقات المحتوية عليها والتي تجرى فيها أعمال الاستخراج. وعليه أن يوضح لهم تفاصيل الأعمال المطلوبة ويستبدل من ليس لديهم الخبرة الكافية بغيرهم ممن لديهم خبرات سابقة. ويجب على الملاحظ أن يهتم بصفة خاصة بأعمال تنفيذ الآبار والمغارات اللازمة سواء لأعمال استخراج الخامات أو تهوية المنجم ككل أو لصرف المياه المنجمية وصعود وهبوط العمال والمعدات والدعائم وغير ذلك. كما أن عليه أن يتأكد من ثبات أسقف المغارات ومن عدم تساقط أجزاء غير متماسكة من السقف (التقشير) أو من الجوانب. وكذلك توافر قنوات صرف ورفع المياه المنجمية الناتجة عن أعمال التعدين.

ومن أهم المهارات المطلوبة لدى ملاحظ العمال أن يكون لديه الخبرة اللازمة للتعرف على أنواع الخامات ودرجة جودتها، بل وكذلك نوعيات





الصخور المحتوية على الخام والمحيطه به وخاصة المتواجده فى أسقف وأرضيات المغارات. كما يطلب منه أن يقوم بتدريب العمال التابعين له على كل تلك المهارات وغيرها. ويجب على الملاحظ أن يكون ملماً بطرق تجهيز الخامات ومعالجتها، بل وطرق استخلاص الفلزات بصفة عامة.

والملاحظ هو بالطبع المسئول عن توزيع المعدات والأدوات الحديدية اللازمة للعمل على العمال فى بدايات الورديات ويتأكد من تواجدها وعدم ضياعها فى نهايات الورديات.

وبالنظر لتعدد المسئوليات الملقاة على عاتق ملاحظ العمال، فقد يكون هناك أكثر من ملاحظ، يختص كل منهم بقسم من المنجم، أو بعملية إنتاجية معينة فى المنجم.

وللملاحظ حق توقيع جزاءات على المخالفين أو غرامات مالية تخصم من رواتبهم.

والآن، بعد توصيف العمالة التعدينية الرئيسية فى أعمال التعدين، فإنه من المفيد التحدث عن بعض العلاقات بين هذه المجموعة من العاملين. فعلى سبيل المثال على مدير المنجم المتابعة اليومية مع كاتب المنجم وكاتب الملكية لمتابعة كافة التطورات الجارية ولإعداد التقارير ربع السنوية. وفى حالة الفلزات الثمينة كالذهب والفضة يقوم مدير المنجم بمساعدة من كاتب المنجم (السكرتير) بالتأكد من طريقة حفظ الخامات الناتجة، أو الفلزات المستخلصة فى مكان أمين، ويشاركة فى تلك المسئولية ملاحظ العمال، وعليهما معاً مسئولية حساب الأوزان الناتجة فى كل مرحلة، بداية من الحفر والاستخراج حتى الاستخلاص النهائى للذهب والفضة.

وانتقل الآن (أجريكولا) إلى النظام المتبع فى ورديات العمل فى المناجم، حيث ينقسم اليوم عادة إلى ثلاث ورديات، كل واحدة سبع



ساعات، وتبقى ثلاث ساعات هي فترات راحة بين الورديات ويستفاد منها في صعود العمال بعد انتهاء ورديتهم وهبوط العمال لبداية الوردية التالية. وعادة ما تبدأ الوردية الأولى في الساعة الرابعة صباحاً حتى الساعة 11 ظهراً، والثانية من 12 ظهراً حتى الساعة 7 مساءً (ويطلق عليهما ورديتا الصباح والظهر). أما الوردية الثالثة فهي المسائية وتبدأ الساعة 8 مساءً وتنتهي الثالثة صباحاً.

وقد يكون العمل في الوردية الثالثة المسائية في حالات الضرورة فقط، حيث يقوم العمال فيها بصرف المياه المنجمية وتحميل الخامات أو الصخور السابق فصلها من واجهات التشغيل في ورديتي الصباح والظهر وكذلك ضبط وإصلاح المصابيح المنجمية (مصابيح الأمان) وغير ذلك.

وفي كثير من المناجم لا يسمح للعامل القيام بعمله في ورديتين متتاليتين لتفادي احتمالات الإرهاق الزائد حيث قد يضطر للنوم في مكان منزو داخل المغارات مما يعرضه لمخاطر كبيرة لا داعي لها. وهناك عادات معروفة في المناجم حيث ينبه العمال بعضهم البعض بحلول نهاية الوردية بأصوات متعارف عليها، كما أن نهاية الوردية تكون مرتبطة لدى عمال المناجم بضعف وهج مصابيح الأمان المنجمية عندما يبدأ زيت الإضاءة فيها في النفاد. أما عند بداية العمل في الوردية، فمن المعتاد إطلاق صفير عال قبل بداية الدخول إلى المغارات لتنبيه جميع العاملين في المنطقة إلى أن الوردية قد بدأت وأن العمال متواجدون في مواقع العمل بالمنجم تحت السطح.

ويتم خصم الغرامات الموقعة على بعض العاملين من مدير المنجم من رواتبهم التي عادة ما يتم صرفها لجميع العاملين أسبوعياً في أيام السبت من كل أسبوع.

\*\*\*







## الكتاب الخامس

تحدثت (أجريكولا) فى الكتاب السابق عن تقسيم حقول المناجم، كما تناولت بإيجاز الشراكة والعمل التعدينى مع توصيف لمهام العاملين فى المناجم ونظم العمل بها. أما فى هذا الكتاب الخامس فأحدثت عن المعدات وطرق تنفيذ المغارات تحت سطح الأرض وتتابع تنفيذها، وكذلك عن بعض فنون مساحة المناجم.

تبدأ أعمال التعدين بفتح حقل المنجم وتجهيزه لأعمال استخراج الخام، وذلك بتنفيذ البئر أو الآبار الموصلة للخام، والتي تبدأ من سطح الأرض بهياكلها الخشبية أو المعدنية وببواباتها وبما فوقها على السطح من مظلات وسواتر لحماية العاملين من برودة الجو والأمطار، ومنها ما يستخدم لتخزين المعدات والأدوات المنجمية وغيرها. وعادة ما تكون فى الجوار مبانٍ منها مخازن مؤقتة للخامات، وللمعادن والفلزات المستخلصة من الخامات، كما قد يقام مبنى لإقامة ملاحظ العمال وغيره من العاملين. ويراعى فى تلك الآبار أن تكون مسورة حتى لا يسقط فيها أطفال عابرون أو ماشية شاردة.

وعادة ما يكون المقطع العرضى للبئر مستطيلاً بطول 2 ساجين (3.4م) وعرض 0.6 ساجين (1.2م). أما العمق فلا يزيد عن 13 ساجين (22.5م)، ولكى يلتقى البئر بالمغارات الأفقية السابق إنشاؤها قبل البئر عن طريق مداخل أفقية من ناحية أخرى، فقد يصل عمق البئر إلى أكثر من ذلك حسب مقتضى الحال. كما قد يكون البئر رأسياً ومائلاً. وتبين اللوحة (شكل 5 - 1) ثلاثة آبار رأسية، الأول (A) لم يصل بعد إلى الممر الأفقى، والثانى (B) قد التقى بالفعل بالممر، والثالث (C) لم يصل إليه الممر (D) بعد.

وتبين اللوحة (شكل 5 - 2) ثلاثة آبار (A) و (B) و (C) مائلة حيث لم يصل البئر إلى المدخل الأفقى، بينما التقى البئر (B) بالمدخل، أما البئر (C)





فلم يصل بعد إلى المدخل الأفقى المخطط لامتداده ليلتقى به البئر المائل . أما لوحة الشكل (5 - 3) فيها البئر الرأسى (A) والممر الأفقى (B) والبئر الداخلى (D) الذى ليس له فتحة مباشرة على سطح الأرض (ويطلق عليه البئر الأعمى) وهو بسبيله للاتصال بالمدخل الأفقى (E) وفتحته على سطح الأرض (F).

وبالطبع فإن أعمال استخراج الخام تصبح سهلة عند وصول البئر إلى المغارة الأفقية، حيث يقوم المعدّنون فى هذه الحالة بإنشاء مغارات أفقية من ناحيتى البئر للوصول إلى المغارة الأفقية الرئيسية. ويقوم الملاحظ بتوجيه عماله لمتابعة العروق وتفريعاتها من خلال شبكة المغارات الأفقية، وفى هذه الأثناء يجمعون المعلومات الجيولوجية للتأكد من استمرار درجة جودة الخام أو تغيرها من ناحية، وامتداده من ناحية أخرى، وذلك من خلال جمع عينات من الخام على طول العرق وتفريعاته. وأحياناً يطلق على بعض هذه المغارات (مغارات اكتشاف)، كما يسميها الإيطاليون (مغارات مختفية) حيث لا تظهر على سطح الأرض. وتلك المغارات تحتاج لعناية خاصة سواء فى التهوية أو فى الإضاءة، بسبب عدم وجود فتحة مباشرة لها على السطح.

وقد نحتاج لإنشاء بئر آخر يكون قريباً من نقطة التقاء تفريعات العروق حيث تكون العروق سميكة ويبعد البئر الثانى حوالى 2 - 3 ساجين (3.4 - 5.1م) من نقطة التفرع. وعموماً فإن العروق الثانوية للخام قد تتواجد فى الحائط العلوى أو فى الحائط السفلى للعرق الرئيسى. وعلى المعدّنين بمجرد العثور على عروق بها خامات ذات درجة جودة عالية، أو حتى منخفضة، مواصلة الحفر وإنشاء الآبار اللازمة لمتابعة تواجد المعدن أو الفلز المفيد فى العروق وتفريعاتها.



ويلاحظ أن الذهب والفضة والنحاس والزنك كثيراً ما تتواجد في صورتها الفلزية على عكس الحديد والقصدير والرصاص وغيرها التي تتواجد في هيئة مركباتها، كما أن الكثير من الخامات تشابه في ألوانها، الأمر الذي يدعو المعدنين للتأكد من تركيب المعدن الذي عثروا عليه. وبخصوص الذهب الخام في صورته الفلزية فإن له ألواناً متعددة بين الأصفر المخضر والأصفر الذهبي والأحمر، بل والأسود، وقد يكون بلون أحمر من الخارج ذهبي من الداخل.

وبالنسبة لخامات الذهب فإن الخام المحتوى على 90 جرام من الذهب في كل 47 كيلوجرام يمكن اعتباره خاماً مرتفع الجودة. أما الفضة فإن الخام المحتوى على 1.4 كيلوجرام له كل 47 كيلوجرام من الخام يمكن اعتباره خاماً مرتفع الجودة. وتتراوح ألوان خامات الفضة بين الفضي اللامع والغامق والأصفر وغير ذلك. أما الشوائب التي تتواجد مع خام الفضة فتكون عادة من مركبات الحديد والرصاص والزنك (وحدة وزن الستتر حوالى 47 كجم).

أما خامات الفلزات الأخرى غير الذهب والفضة فقد تكون في أحيان كثيرة غير مرتفعة في درجة جودتها، بما يجعل تشغيلها تعديناً غير مجد، خاصة إذا ما كانت عروقتها غير سميكة. ويقوم الهنود وغيرهم من الشعوب بالبحث عن الأحجار نصف الثمينة في الأعماق، وهي التي تمتاز بلمعانها وبجمال ألوانها، وذلك أثناء استخراج الخامات.

وعادة ما يجرى استخراج ترسيبات الرخام ومواد البناء والإنشاءات الظاهرة على سطح الأرض بدون الاحتياج إلى مغارات تحت سطحية. إلا أن بعضها يجرى استخراجه كناتج ثانوى لمصاحب لخامات الحديد (ماجنيث) والفضة (كوروند)، وقد تكون مصاحبة لطبقات رسوبية كالطفلات وغيرها (حجر اليهود). ويلعب الشكل الجمالى للرخام المستخرج الدور الأساسى فى





تحديد قيمته وسعر بيعه للطالين. ولقد تحدثت (أجريكولا) عن ذلك بالتفصيل فى كتابى (طبيعة الخامات المكتشفة) الذى صدر فى بازل بسويسرا، عام 1546م، والذى سبقت الإشارة إليه.

وهناك ظواهر يعرفها المعدّنون ويستدلون بها على تواجد الخامات المفيدة، ومنها طبيعة الصخور المحيطة بها، ووجود أجزاء متناثرة فى تلك الصخور المحيطة. كما أن هناك ألواناً معروفة لنوعيات الخامات والصخور المحيطة بها تساعد على استكشاف الخام ومعرفة طريقة تواجده فى الطبيعة. وفى حالة اختفاء المعدن المفيد أو الانخفاض فى درجة جودته، فيجب عدم التوقف عن أعمال البحث، فقد ترتفع درجة الجودة على مسافات غير بعيدة. ويعتبر الكوارتز ذو اللون الغامق علامة جيدة على تواجد الذهب فى العروق، على عكس الكوارتز أبيض اللون الذى قد يكون علامة على تواجد الذهب أو قد لا يكون له أية دلالة قاطعة على تواجده.

أما الرخام الجيرى المتواجد مصاحباً للعرق، والذى يخفى مع زيادة العمق فهو علامة أو ظاهرة غير جيدة، فقد يكون ناتجاً عن عروق فرعية غير العرق الرئيسى. وتفيد هذه الظواهر أيضاً أثناء البحث عن الأحجار الثمينة ونصف الثمينة. وكما هو الحال بالنسبة لعروق الذهب فإن لكل فلز شواهد وظواهر تكون ظاهرة فى العروق أو فى الصخور المحيطة بها.

وعلى حسب درجة ميل العرق وهل هو رأسى أو حاد الميل أو مائل ميلاً بسيطاً، يمكن للمعدن الملم بقواعد التمثيل الفراغى والهندسة الفراغية أن يحدد مدى امتداد العرق، وهل سيكون متواجداً فى الأعماق فى المنطقة المرخص له بالبحث فيها، أم على العكس سوف يمتد إلى مناطق ترخيص تابعة لغيره من المعدّنين.



وتختلف درجة صلابة عروق الخامات وكذلك الصخور المحيطة بها، فمنها شديدة الصلابة كالكالسيدونى، والصلبة كالبيريت والمعادن الفلزية عموماً، والهشة كالطفلات والرمال وغيرها وهى التى يمكن جرفها مباشرة بالجاروف العادى.

فإذا ما لاحظنا تواجد الخام أو الفلز يبدأ الحفر بحرص شديد لفصل الخام عن حائطه العلوى، ويلى ذلك تخليص الخام من صخور الحائط السفلى (الأرضية)، وكل ذلك يتم باستخدام أدوات ومعدات حديدية، مع مراعاة عدم خلط الأجزاء المتساقطة من الخام بالصخور المحيطة به. وهذه المعدات والأدوات تختلف فى استخداماتها ودرجة صلابتها حيث لكل منها استخدامات معينة وسوف أتحدث (أجريكولا) عنها فى كتاب آخر. وقد تستخدم النيران بتوجيهها إلى الخام لخلخلته من مكانه ولإضعاف مقاومته لأعمال الحفر والجرف، وفى كل الحالات لا بد من الحصول على موافقة مُعدِّنى المناجم المجاورة العاملين فى استخراج العرق نفسه. وبالطبع يتم تدعيم المغارات بدعائم خشبية، مع استخدام الخواير فى حالة الضرورة لسند الأجزاء المحتمل تساقطها من سقف المغارة ولمنع الانهيارات من السقف. وتساعد ألواح معدنية بمقاسات مختلفة لمنع انهيارات الجوانب كما قد تساعد أيضاً بالنسبة لأسقف المغارات.

وقد يصل وزن قطع الخام المستخرج المتحصل عليها إلى 50 كيلوجراماً. ويقوم العاملون بعزل قطع الصخور غير المحتوية على الخام بتنحيتها جانباً، تمهيداً لإخراجها من المنجم أو قد تترك فى منطقة استنفاد الخام حتى لا تعوق أعمال الاستخراج. وقد لاحظت أن المُعدِّين اعتادوا ترديد أغاني معينة أثناء قيامهم بعملهم الشاق هذا تحت سطح الأرض.





والواقع أن استخدام النيران فى المناجم ليس عملية سهلة، وتوضحه اللوحة (شكل 5 - 4) حيث (A) هى كومة حطب الحريق و(C) هو الممر، أو المغارة التى تجرى فيها خلخلة الصخور، أو الخامات وإضعافها بواسطة النيران، وقد يطلق عليها (ممرات الحريق) أو (مغارات الحرق). وفى حالة العروق السميكة كعروق القصدير يجرى الحريق على أجزاء. ويجب ملاحظة عدم نزول المعدّنين إلى المغارات أثناء عملية الحرق، حتى لا تصيبهم الغازات السامة الناتجة عن الحرق بالاختناق الذى قد يصل إلى حد الوفاة. وسوف أتحدث عن الأمراض التى قد يتعرض لها المعدّنون لاحقاً.

ومن مسؤوليات ملاحظ العمال منع دخول المعدّنين إلى مواقع قريبة، أو تواجدهم فى مسار الدخان المتصاعد. بالإضافة إلى مسؤوليته عن إسقاط بعض قطع الخام أو الصخور التى قد تبقى عالقة فى سقف المغارة أو فى جوانبها وذلك دون تأخير، ثم ترفع قطع الخام الناتجة إلى السطح من خلال الآبار بأوعية مناسبة سواء يدوياً أو بواسطة معدات ميكانيكية خاصة للرفع.

ومن المشكلات الكبرى التى يواجهها المعدّنون فى بعض الحالات اندفاع المياه أو الهواء بغزارة داخل المغارات، خاصة من مغارات قديمة سبق استخراج الخام منها، وهى بالطبع مشكلة لا تقل أهمية عن مشكلة الدخان المتصاعد من الحطب المشتعل.

وتتفاقم هذه المشكلات إذا ما كانت المغارات لم تتصل بعد بالبئر أو الآبار فى المنجم. وقد تتزايد أخطارها بمرور سنوات على العمل بالمنجم ويصبح جو العمل بالمنجم غير صحى على الإطلاق (هواء ثقيل). وكثيراً ما أوقف العمل فى استخراج عروق غنية بالذهب والفضة بسبب تفاقم تلك المشكلات، وخاصة عند زيادة عدد العاملين تحت سطح الأرض نتيجة لزيادة



معدلات تصاعد الغازات الضارة، سواء من زفير العاملين، أو من مصابيح الأمان المنجمية المستخدمة، وغير ذلك.

ويجرى رفع المياه المجتمعة في المغارات بواسطة مضخات خاصة، وقد ينشأ بئر خاص لذلك على مسافة بضعة ساجينات (الساجين يساوى 1.7م). وتُدار هذه المضخات بواسطة الخيول، ويتم صرف المياه على السطح في قنوات صرف خاصة، وقد يشترك أكثر من منجم يعمل في الاستخراج من نفس العرق أو الطبقة المحتوية على الخام في كل هذه العمليات والإجراءات.

وسوف أتحدث (أجريكولا) عن هذه الماكينات والمعدات في كتابي التالى، ويلاحظ أن اتجاهات الرياح تتغير من فصل لآخر من فصول السنة مع ثبات موقع فتحة المنجم أو مدخله، بما يؤثر على كمية الهواء الداخلة إلى المغارات للتهوية.

وهناك نوعان من الآبار، أولهما، وتحدثنا عنه سابقاً، وهو النوع غير العميق حيث يتم تنفيذ بئر واحد في البداية خاصة إذا ما كان تواجد الخام غير عميق مع ارتفاع درجة جودته ومفتوح بمدخل قد يكون أفقياً أو مائلاً. وبمجرد وصول البئر إلى المدخل أو الممر الأفقى أو المائل يجرى تنفيذ بئر آخر. وفي حالة إعاقة اندفاع المياه المنجمية لأعمال التعدين قد ينشأ بئر ثالث أو أكثر تكون مختصة برفع وصرف المياه فقط. ثم يلى ذلك إنشاء المغارات والممرات اللازمة للاستخراج.

أما النوع الثانى من الآبار فهو عميق جداً ويصل إلى 60، 80، 100 ساجين (102، 136، 170م) وهى آبار رأسية عادة وتستخدم لرفع الخام الحامل للمعدن أو للفلز المفيد، وعليها يتم تركيب مضخات تقوم الخيول بتدويرها من على سطح الأرض، بينما فى الممرات والمداخل قد تستخدم قوة





المياه المندفعة فى إدارة الماكينات. وعادة ما تنشأ هذه الآبار فى المناجم العاملة فى استخراج الخامات المرتفعة فى درجة جودتها حتى يكون عائد التعدين مناسباً لتكلفة الإنشاء.

وتوضح اللوحة (شكل 5 - 5) طريقة لتدعيم بئر رأسى حيث (A) هى الدعائم الخشبية العرضية على مسافات تعتمد على درجة صلابة الجدران، و(D) هى الدعائم الرأسية. وهناك موانع خشبية تمنع تساقط قطع من الخام أو الصخور على العاملين أثناء صعودهم وهبوطهم على السلالم المنشأة داخل البئر. وكلما كانت الصخور أو الخامات غير متماسكة يتزايد حجم التدعيم المطلوب لزيادة عوامل الأمان للعاملين من أخطار الانهيارات الجانبية. وتتم أعمال التدعيم سواء من ناحية الحائط العلوى أو من ناحية الحائط السفلى لعرق الخام أو طبقته كما هو الحال أيضاً بالنسبة للآبار المائلة. كما تجهز الآبار العميقة بسقالات مزودة بمستويات أفقية خشبية يمكن للعاملين الصعود إليها والنزول منها للاستراحة أثناء حركتهم على السلالم الخشبية هبوطاً وصعوداً من وإلى سطح الأرض. كما أن هناك شبكات موضوعة بعناية لحجز أية قطع متساقطة من الخامات أو الصخور. وهى تغطى كامل المقطع العرضى للبئر، عدا تلك التى تمر منها السلالم. وبالطبع تكون جدران الآبار مزودة بفتحات من ناحية الحائط السفلى للعرق لدخول وخروج معدات نقل الخام من الممرات ليتم رفعها من خلال البئر إلى السطح.

ولتشغيل منجم يعمل فى استخراج خام من عرق واحد، أو طبقة مائلة واحدة، يجرى الاستخراج بإنشاء أكثر من طوالى، أحدها قد يكون له مخرج على سطح الأرض حسب الظروف الطبوغرافية بمنطقة الخام، وهو يعتبر المدخل الرئيسى للمنجم. وتوضح اللوحة (شكل 5 - 6) طريقة تدعيم الممرات أو الطوالى الأفقى الموازى لاتجاه خطوط المضرب، وذلك باستخدام



دعائم خشبية وهى عبارة عن أعمدة من الخشب (A) أطوالها مقاربة لارتفاع الممر أو المغارة يتم وضعها محشورة باستخدام قطع خشبية مدببة (خوابير) يدقها المعدّنون بين نهايات الأعمدة وسقف المغارة، لضمان ثبات أية قطع من صخور السقف وعدم تساقطها على العاملين. وفى حالة أن يكون الخام قويا وصلبا وكذلك الصخور المحيطة به، تكون المسافات البينية بين الدعائم كبيرة. وعادة ما تأخذ الدعائم فى المقطع العرضى للمغارة شكل شبه المنحرف أو المستطيل وذلك بإضافة دعامة خشبية أفقية ملاصقة تماماً للسقف. وعموماً يجب أن يكون تدعيم بدايات المغارات جيداً، حيث عادة ما يكون العرق (أو الطبقة) فى بدايته قرب المكشف غير صلب وكذلك ما يحيط به من صخور. وبعد إنشاء قناة صرف المياه تجرى تغطيتها بألواح خشبية (F) فى نفس لوحة (شكل 5 - 6). ولا بد من عمل أبواب (D) يمكن غلقها وفتحها حسب الحاجة لجميع الممرات. كما قد لا يحتاج الأمر إنشاء قنوات الصرف فى حالة عدم تواجد مياه منجمية.

أما بالنسبة لواجهات استخراج الخام فعادة تكون الدعائم بنفس الطريقة السابقة، إلا أنها على هيئة صفوف ولا تأخذ شكل شبه المنحرف أو المستطيل المطلوب فى حالة الممرات. ويتم تجنب الصخور الناتجة عن تنفيذ الممرات فى مكان الخام المستنفد فى منطقة الاستنفاد، وبذلك يمكن توفير تكلفة نقلها ورفعها خارج المنجم كما سبق، إذا ما أمكن ذلك. ولا يختلف الحال كثيراً فى استخراج الخامات الطباقية عن تلك المتواجدة فى عروق، وتتوقف طريقة الاستخراج على سمك وميل الطبقة أو العرق. كما يراعى فى كل الأحوال العلاقة بين الممرات والآبار اللازمة للتهوية ولرفع الخامات إلى السطح ولهبوط وصعود العاملين والمعدات والدعائم وغير ذلك.





ويلاحظ أن صخور الحائط العلوى فوق الخام قد يصل سمكها إلى 50 ساجين (85 م) وأكثر، كما هو الحال فى منجم جارتز لاستخراج خام النحاس فى ألمانيا، إلا أن الدعائم لا تتحمل كل هذا السمك، بل يكون التدعيم للسقف المباشر فقط ولمنع تساقط الكتل على العاملين (التقشير).

وتختلف طريقة استخراج الخامات التى لا تأخذ شكل العروق والطبقات عن الطريقة السابقة. وفى هذه الحالة تكون البداية هى إنشاء بئر رأسى عند موقع ظهور الخام على السطح، يتبعه، إذا ما سمحت الإمكانيات المادية بذلك، إنشاء مجموعة من الآبار على محيط جسم الخام. ويلى ذلك إنشاء مجموعة من الممرات تدخل إلى جسم الخام تمهيدا لاستخراج الخام. وقد يبدأ العمل بالممر من أحد الوديان المحيطة بجسم الخام، وبمجرد الوصول إلى جسم الخام يبدأ تنفيذ البئر الرأسى. وبالطبع فإن أعمال التدعيم فى هذه الحالة تكون مشابهة كما سبق، وقد يستعان بالنيران أيضا لخلخلة الخامات شديدة الصلابة مع مراعاة إنشاء الآبار اللازمة لإزاحة الأدخنة السامة المتصاعدة بسبب استخدام نيران الخلخلة.

وكثيراً ما تكون خامات الحديد متواجدة فى منطقة سهلة فى الوديان وتحتاج فقط إلى آبار غير عميقة لبدء أعمال الاستخراج. وأشار مرة أخرى (أجريكولا) إلى أنه عند العثور على صفائح دقيقة من الذهب فى صورته الفلزية على شواطئ الأنهار والنهيرات، فإن علينا أن نبحث عن العرق الرئيسى فى المرتفعات المحيطة بالمكان من جميع الاتجاهات.

وأنقل الآن إلى الجزء الثانى من هذا الكتاب وفيه أعرض (أجريكولا) لبعض الفنون المساحية المنجمية، والغرض الأساسى منها هو تحديد مساحات حقول المناجم المحتوية على الخامات والمعادن والفلزات المفيدة لضمان عدم التداخل بين مختلف حقول المناجم العاملة فى استخراج نفس الخام على



امتداد عروقه وتفرعاتها، أو طبقاته. وعلى أساس تلك الأعمال المساحية يحسب ملاك المناجم والحائزون على ترخيصات التشغيل كميات الخام المتوقعة لتحديد موقفهم المالى من الاستثمار فى المنجم.

كما يقوم المساحون بتعيين مواقع المداخل والممرات والآبار ونقاط الالتقاء بينها تحت سطح الأرض، وكذلك الموقف من توقعات معدلات تدفق المياه المنجمية، وكذلك مواقع قنوات الصرف اللازمة، سواء تحت سطح الأرض أو على السطح. وهم يعتمدون فى ذلك أساسا على نظريات حساب المثلثات ويبلغون مديرى المناجم بما يتوصلون إليه مع توضيح ذلك على الخرائط.

وفى كل ذلك تؤخذ طبيعة الأرض وتضاريسها فى الاعتبار، حيث قد ينتهى الجبل مباشرة إلى أرض سهلة، أو قد ينتهى بالتدريج إلى واد واحد أو إلى مجموعة من الوديان المنبسطة.

وإذا كان لدى المساح بئر رأسى، ففي هذه الحالة ينشئ المساح مثلثاً قائم الزاوية، كما فى اللوحة (شكل 5 - 7). وهنا يستخدم المساح خيوط الشاغول (الشاقول) داخل البئر الرأسى وخارجه، وبذلك يصبح لديه مثلثان متشابهان، كل منهما قائم الزاوية، أحدهما (الصغير) قاعدته (N)، والآخر (الكبير) قاعدته فى نهاية البئر الرأسى على امتداد الممر الأفقى فى المنجم بمدخله المفتوح والظاهر على سطح الأرض كما فى نفس اللوحة (شكل 5 - 7). وبقياس أطوال الخيوط الشاقولية الرأسية والطول المائل (F) يمكن تعيين الأبعاد والمسافات المطلوب حسابها عن طريق تشابه المثلثين قائمى الزاوية. ويمكن استخدام نفس الطريقة فى حالة الآبار المائلة حسب الأحوال السائدة، كل حالة على حدة.





ويجب المساح على تساؤلات ملاك المناجم وحائزى تراخيص التشغيل فيما يختص بأطوال الممرات وأعماق الآبار ونقاط الالتقاء والاتصال بينها جميعا. وفى ضوء إجاباته وحساباته يمكن تحديد التكلفة المطلوبة للتنفيذ والإنشاء، وكذلك الزمن المطلوب لذلك، وبالتالي يمكن تقدير العائد المتوقع من التشغيل.

وبالإضافة إلى الخيوط وأثقال الشاغول، يستخدم المساحون منقلة نصف دائرية مقسمة إلى أقسام متساوية ومزودة بسهم متحرك لتعيين الاتجاهات المطلوب حسابها وتعيين انحرافاتهما، وهى موضحة باللوحة (شكل 5 - 8). أما الأطوال والمسافات فتقاس بقامات طويلة مقسمة أيضا إلى الأجزاء المطلوبة كما باللوحة (شكل 5 - 9) ويتجميع أشكال المثلثات يمكن الحصول على أشكال تجميعية كالمربع كما بلوحة (شكل 5 - 10) أو على أشكال كالمستطيل وشبه المنحرف.

كما يستخدم المساحون فى المناجم مناقل دائرية ذات فتحات جانبية، وهى موضوعة فوق بعضها البعض، ويمكن تحريكها حول مركزها المشترك لتعيين الاتجاهات كما فى اللوحة (شكل 5 - 11) وبها منقلة دائرية خماسية وبها الفتحات (H)، ويمكن تحريك المناقل تبعاً للانحرافات وللاتجاهات المطلوبة وذلك بواسطة الذراع (G) وبنهايتها يد مثبتة حتى يسهل تحريك المناقل. كما أن هناك مناقل دائرية سباعية بنفس الفكرة.

وبالنسبة لقياس الاتجاهات والانحرافات والميول على مستويات رأسية فيستخدم مساحو المناجم أجهزة دائرية (كلينومتر) للقياس توضح أحدها اللوحة (شكل 5 - 12) حيث يقوم مساح المناجم بتحديد الميول والجهاز فى وضع رأسى. كما قد يستخدم الجهاز فى وضع أفقى كما يتضح ذلك أسفل اللوحة. أما بالنسبة للفتحات (C، D، E) فتوضحها اللوحة (شكل 5 - 13).



ويعين المساح الحدود التى يطلبها منه مدير المنجم سواء تلك المطلوبة لتحديد مواقع وحدود الملكيات فى المنجم، أو لتحديد مواقع المغارات اللازم تنفيذها لأعمال تشغيل المنجم، وذلك باستخدام مجموعة الأدوات المساحية لديه. ويقوم بوضع علامات واضحة ومثبتة تثبيتاً جيداً بحيث لا يمكن تغييرها أو التلاعب فيها، سواء على الأرضيات أو الجدران أو أسقف المغارات. وفى كل ذلك يستعين بالخيوط والأسلاك المشدودة جيداً.

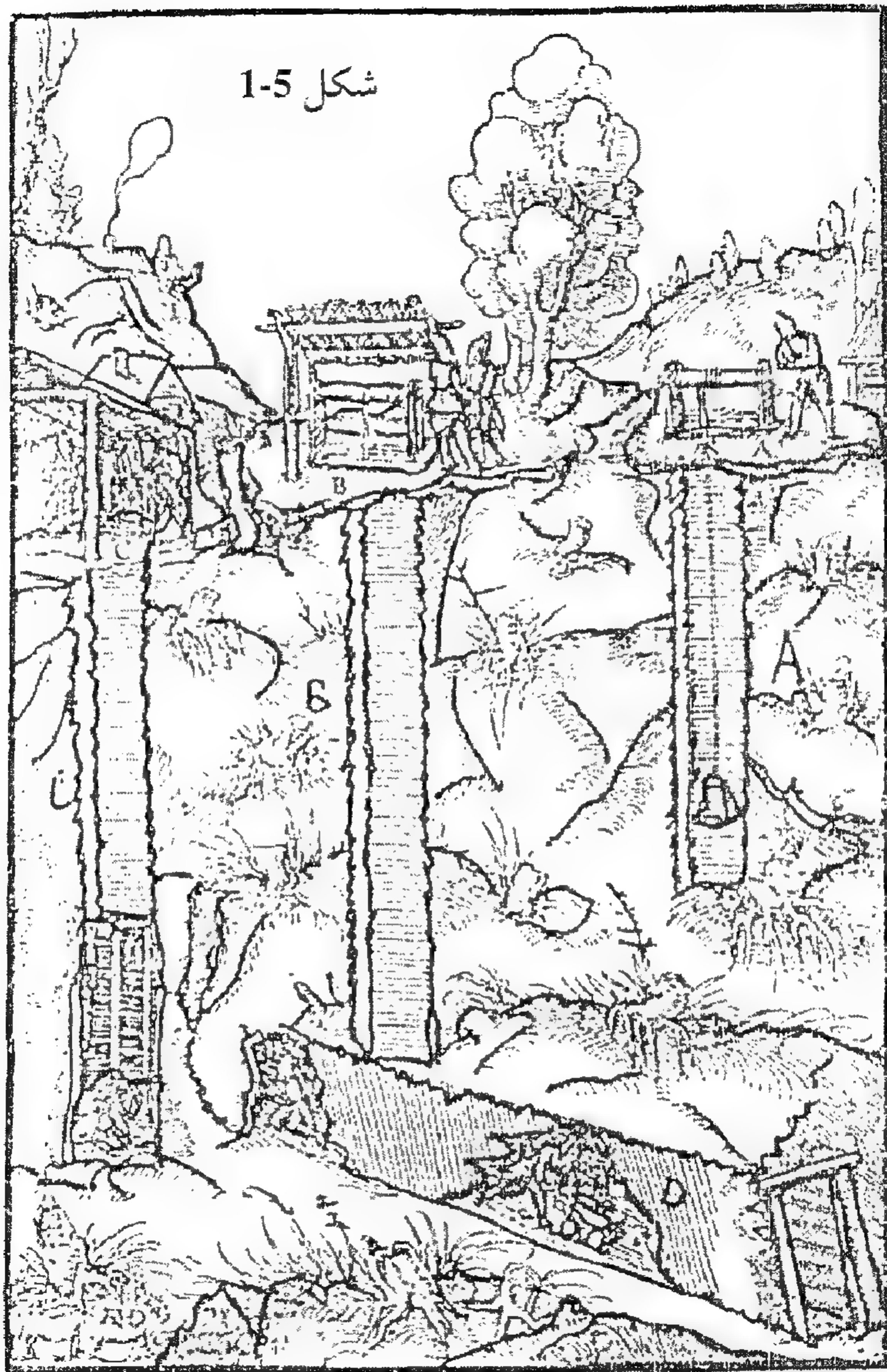
وعند تحديد الملكيات وحدود التراخيص، يشترط قانون المناجم حضور اثنين من المحلفين أو المحكمين الذين سبق أن أشرت إليهم (أجريكولا) وكذلك مديرى وملاحظى المنجمين المتجاورين المشاركين فى استخراج الخام من نفس العرق أو الطبقة. ويقوم الملاحظان، بتوجيهات من مساح المناجم، بوضع علامات حجرية على السطح وعلامات مناسبة تحت سطح الأرض فى المغارات. ويراعى المساح أوضاع الآبار والممرات وتبعيتها لأى من المنجمين باستخدام أجهزته ومعداته، وفى مقدمتها البوصلة والخيوط والأسلاك المشدودة، وذلك بالقياس أولاً ثم تثبت العلامات التى يقرها المحلفان (أو المحكمان) وبحضورهما. وفى حالة تواجد العلامات فى أحد الممرات وبداية العمل فى ممر آخر أعمق منه، فإنه بمجرد الوصول إلى المستوى أسفل العلامة الأولى فى الممر الأول، يتم عمل العلامات فى الممر الجديد السفلى تحت العلامة الأولى مباشرة رأسياً.

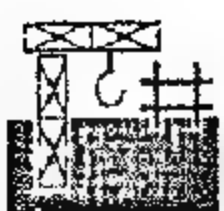
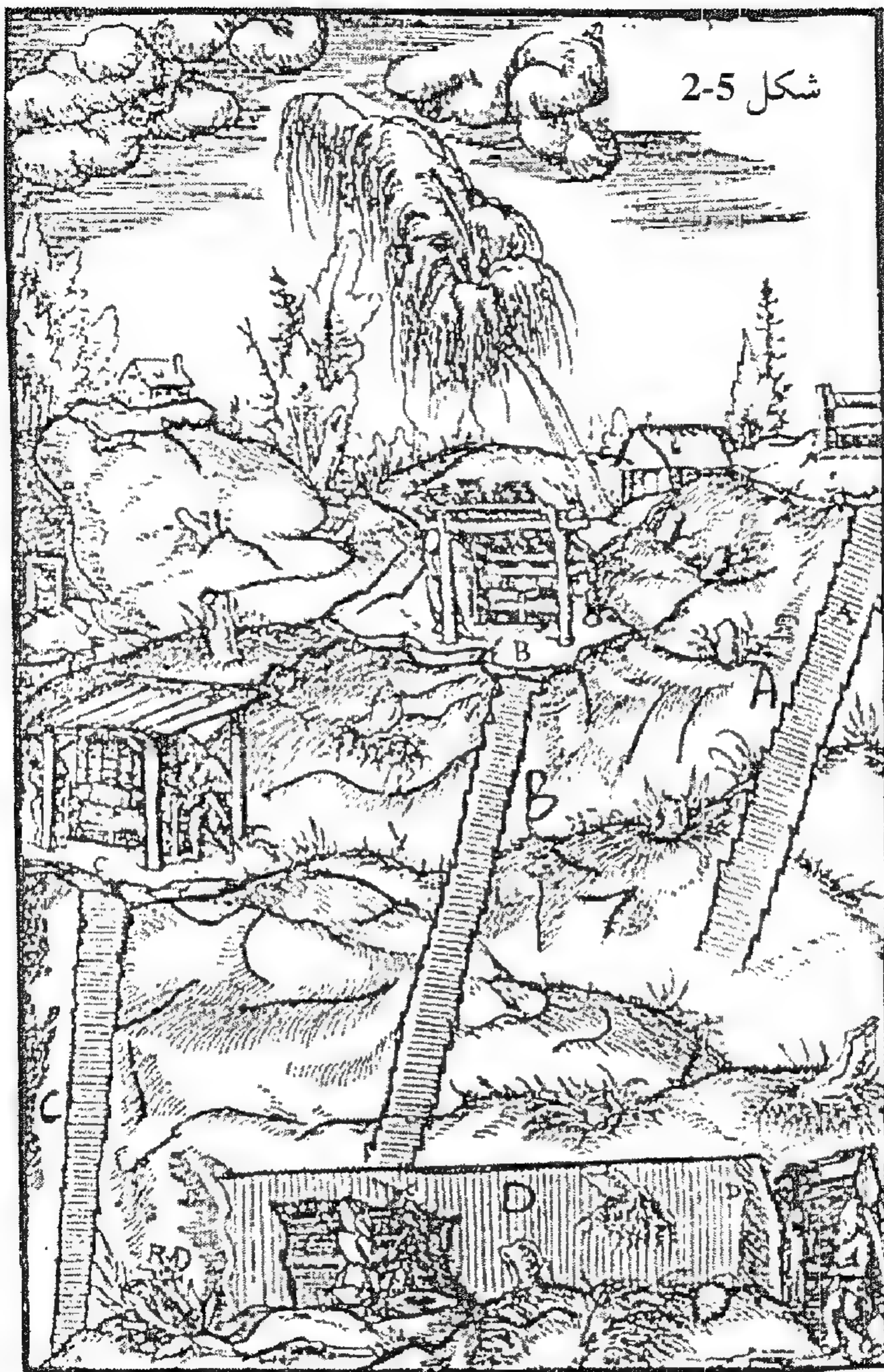
وفى كثير من الأحوال تندثر العلامات التى وضعها المساحون للفصل بين حقلين منجمين متجاورين أثناء أعمال التعدين، ولحسم الخلاف الناشئ عن الاندثار يقوم مساح المناجم بإنشاء مثلثات فى مواقع العلامات المندثرة باستخدام الخيوط والأسلاك المشدودة بعناية، ثم ينصف تلك المثلثات مساحياً إلى قسمين متساويين يتبع كل قسم منهما أحد الحقلين المتجاورين موضع النزاع، وكل ذلك فى حضور وإقرار المحلفين أو المحكمين.

\*\*\*

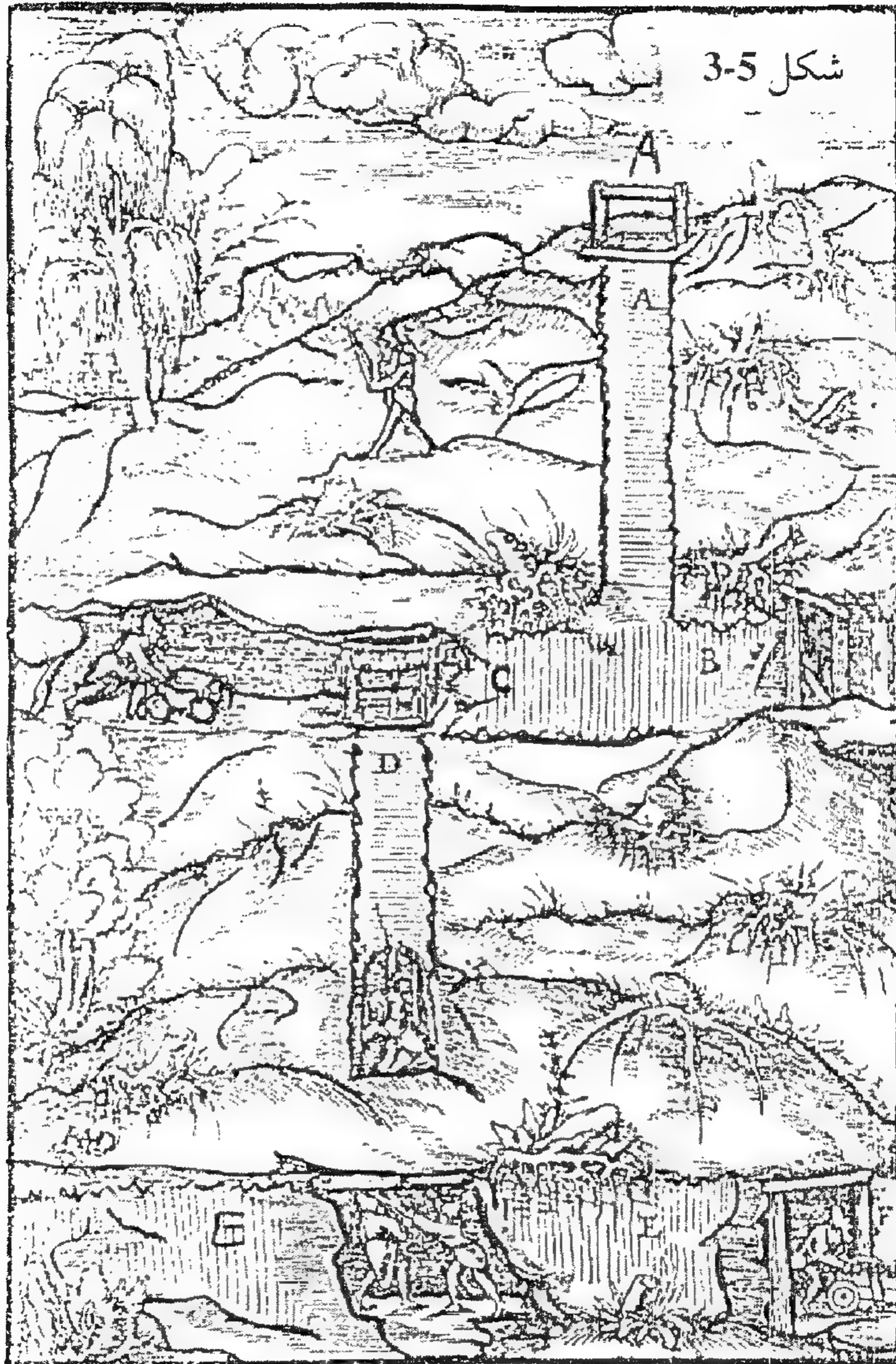




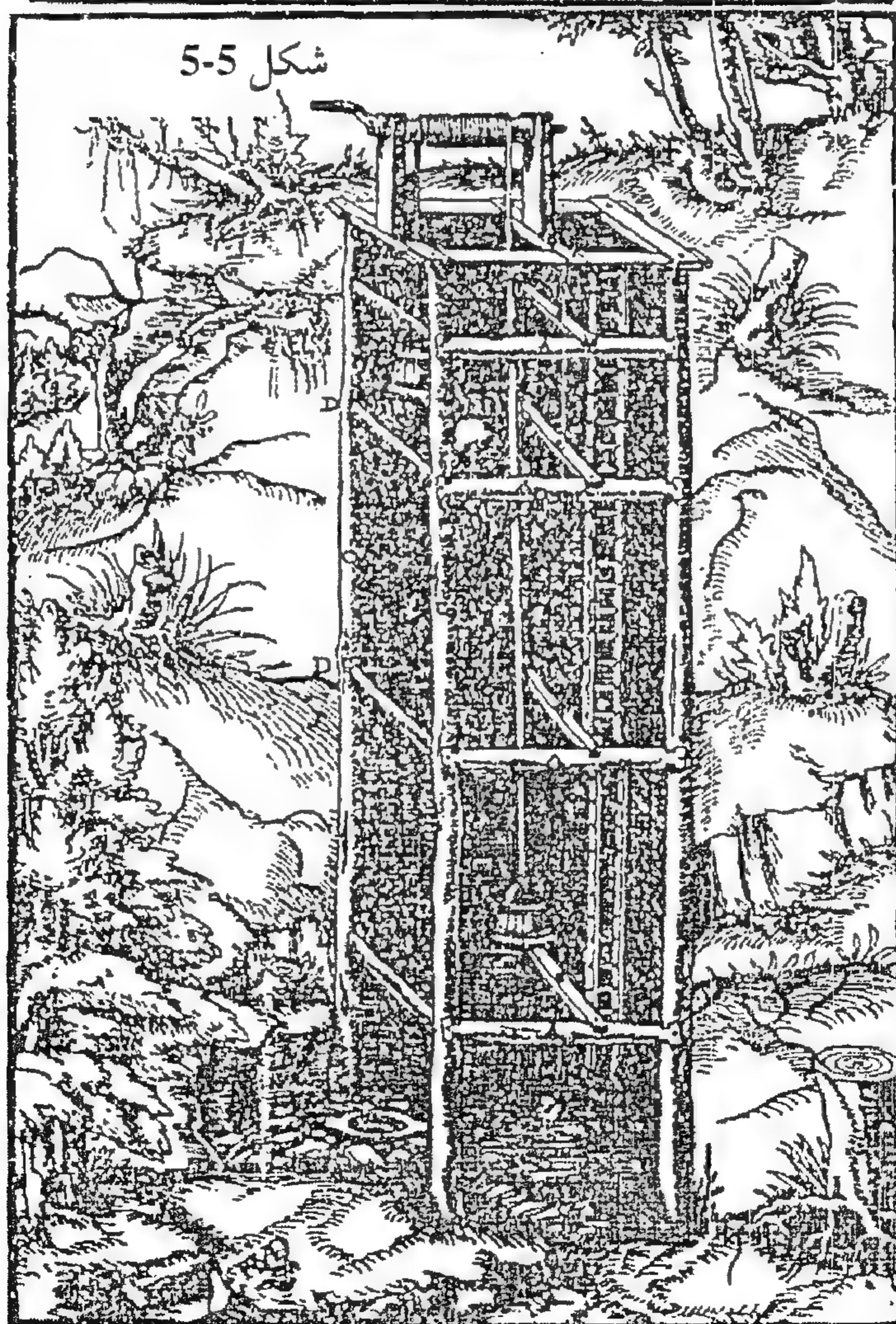




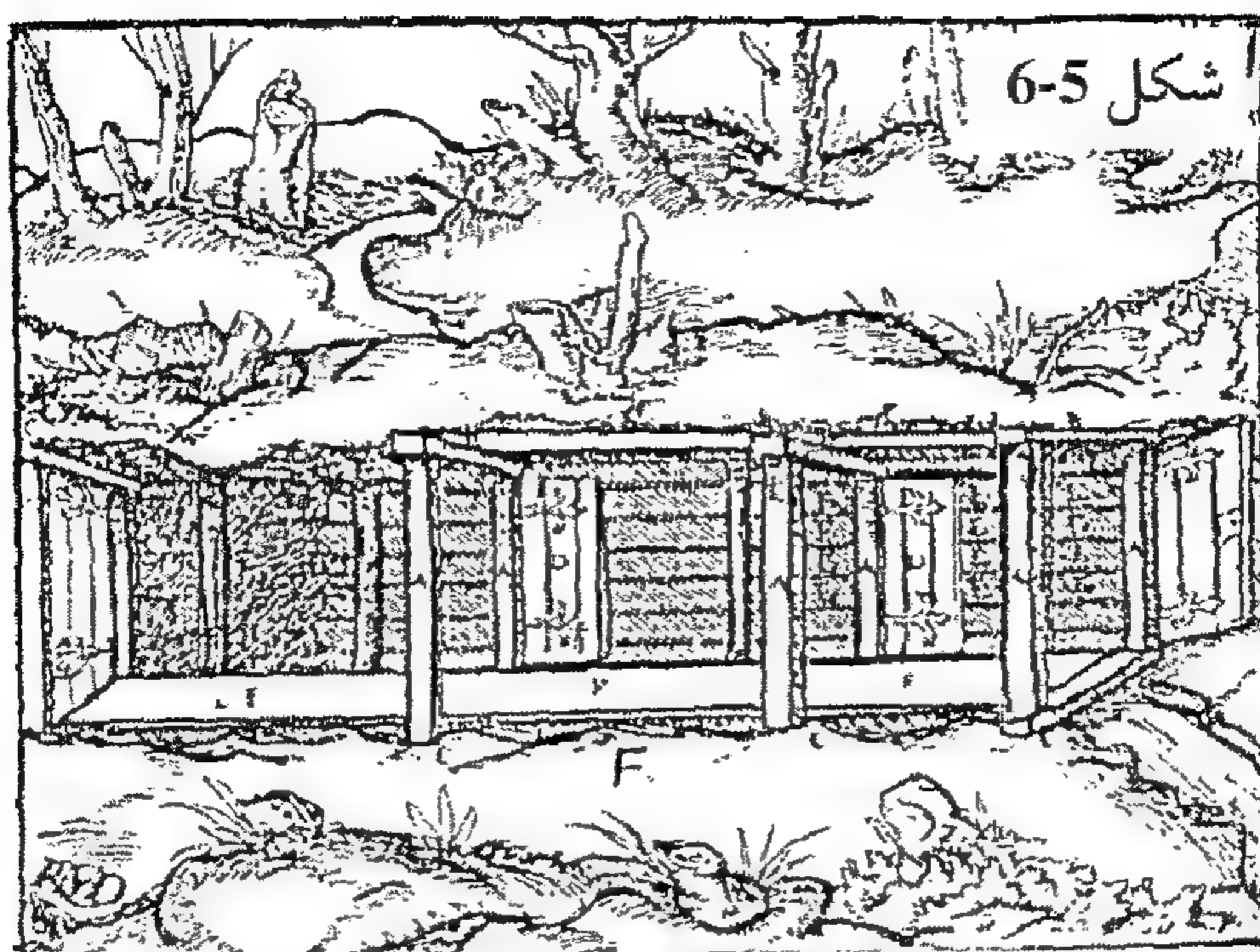




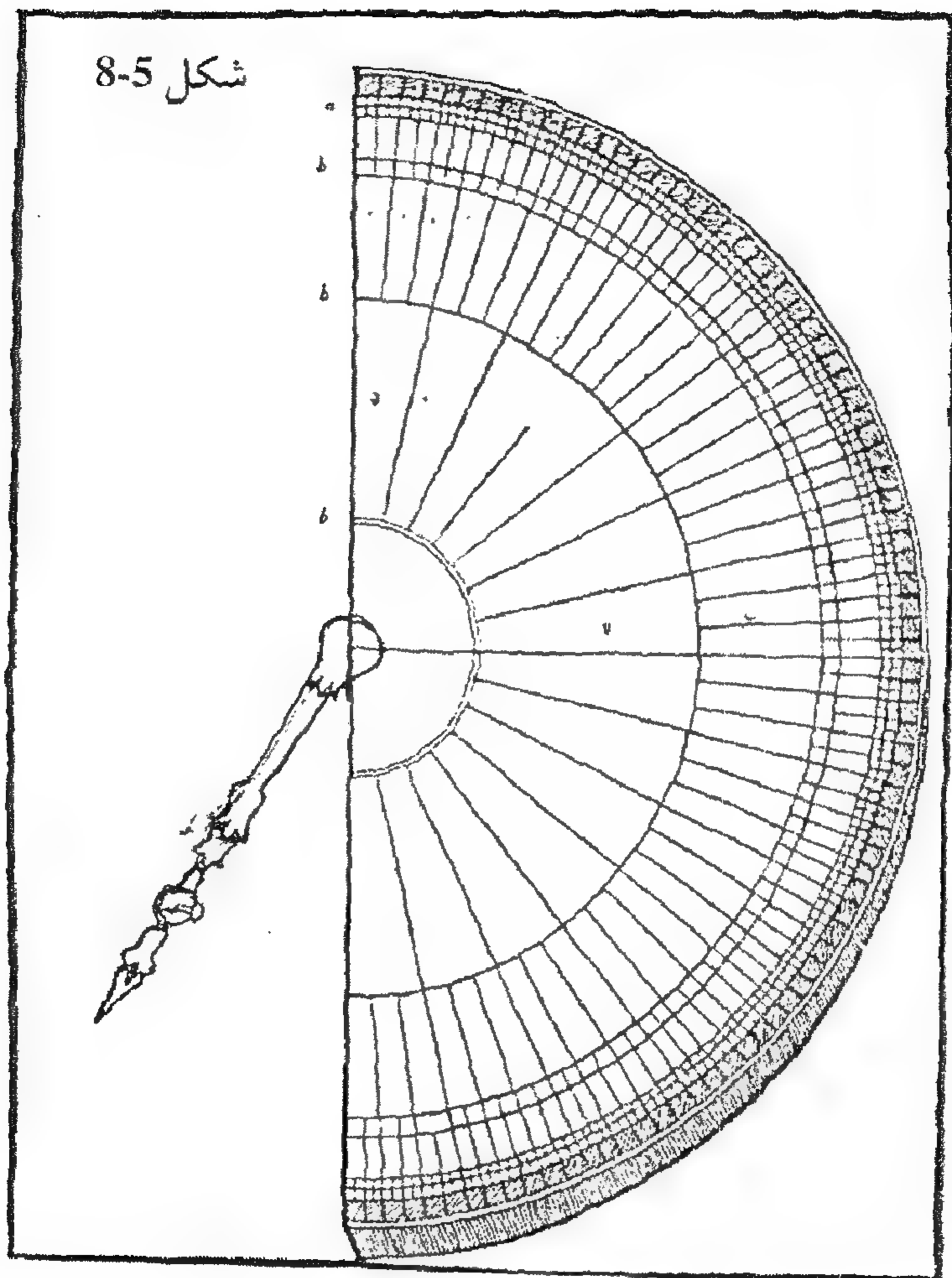




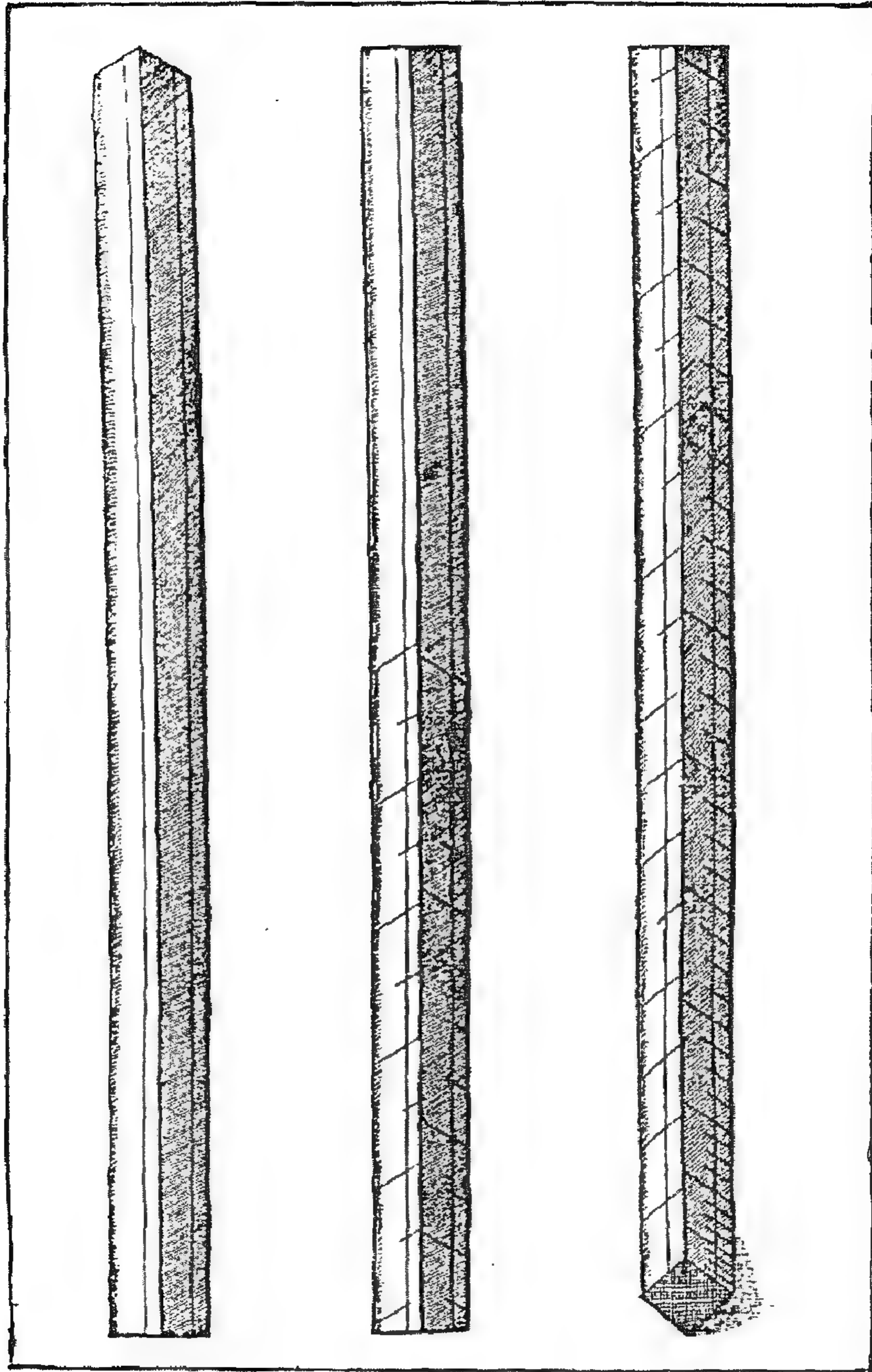




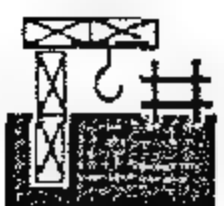
شكل 8-5

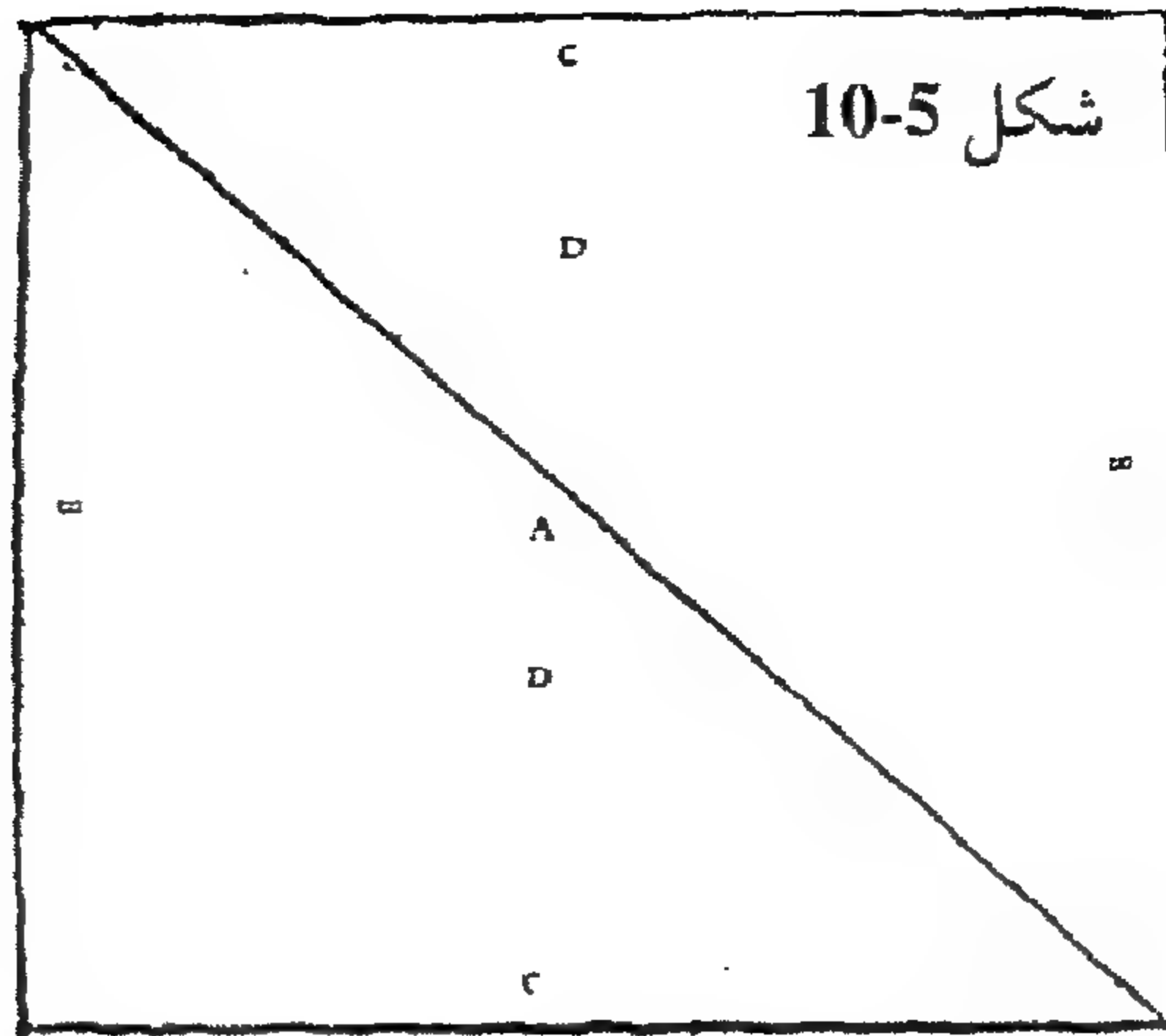




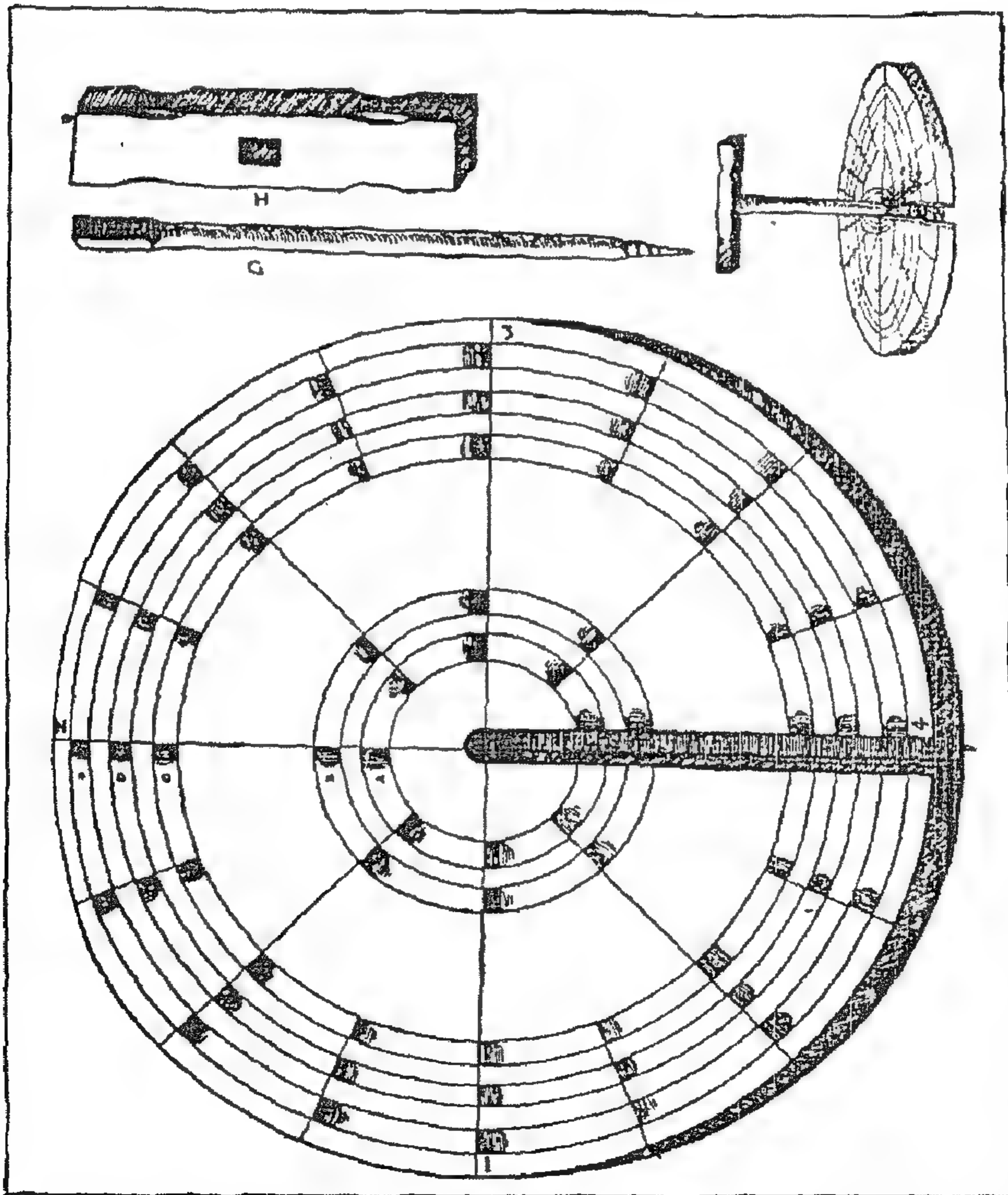


شکل 9-5





شكل 10-5

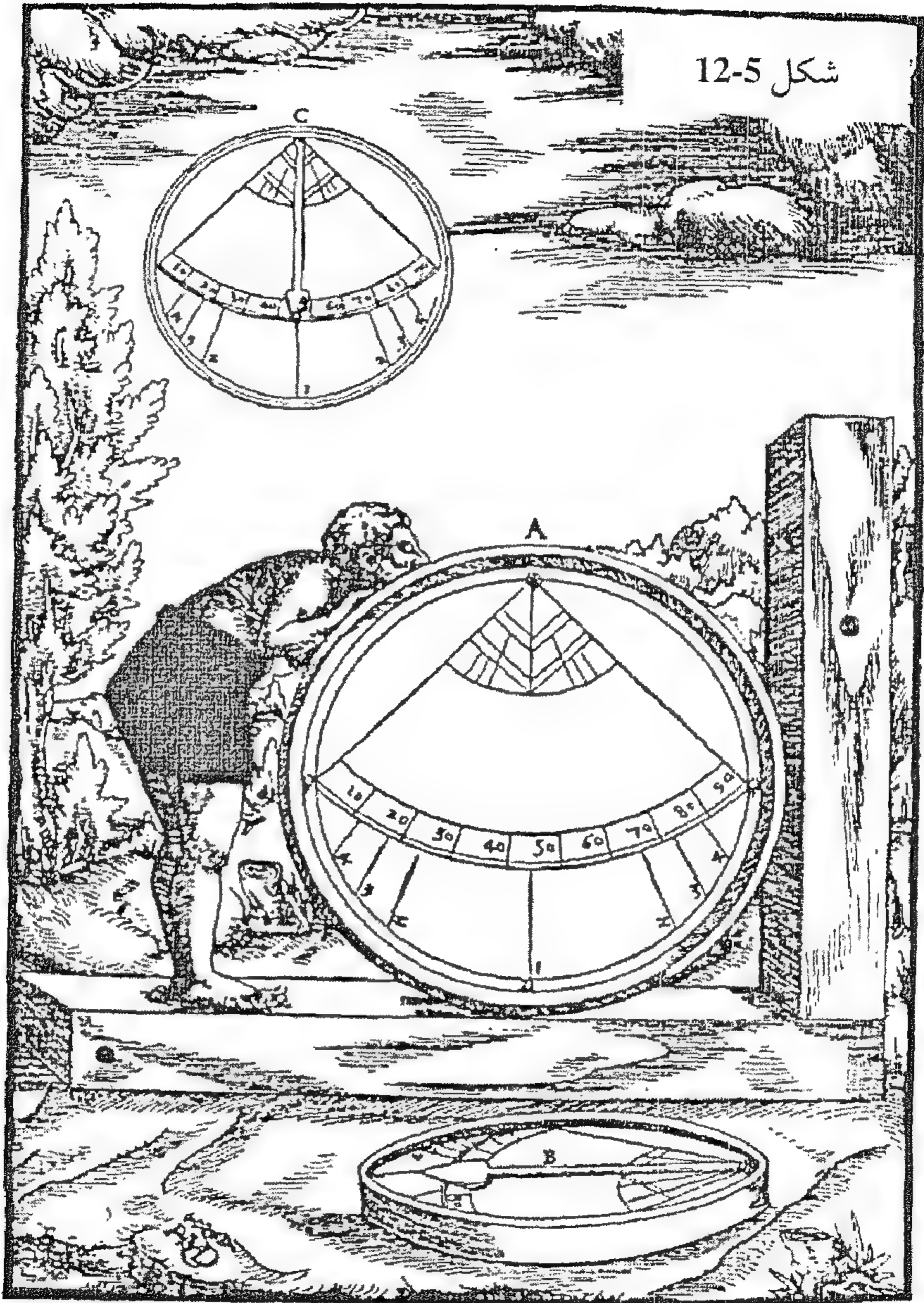


شكل 11-5

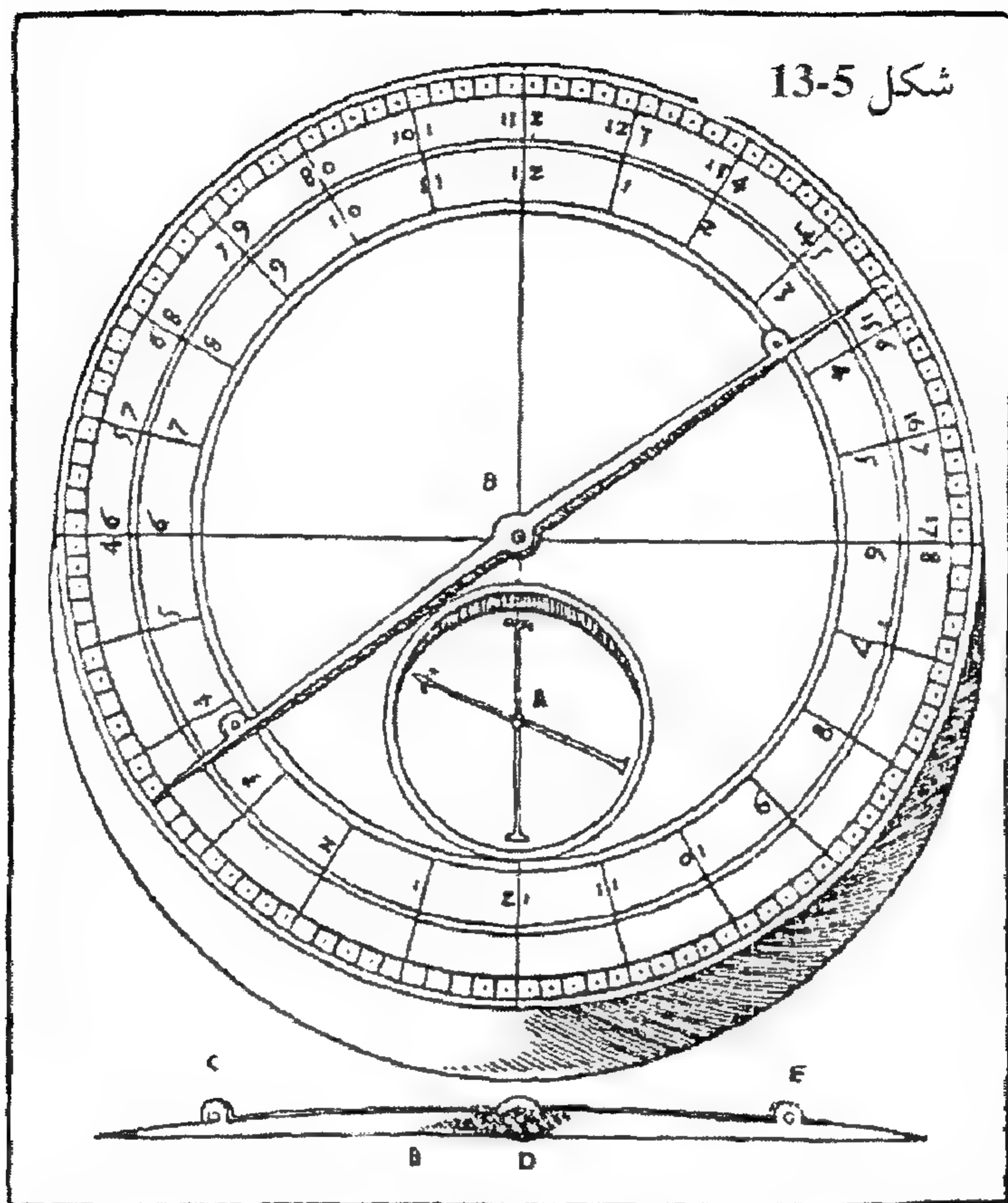




شكل 12-5



شکل 13-5







## الكتاب السادس

أتحدث (أجريكولا) فى هذا الكتاب السادس عن الأدوات والمعدات الحديدية المستخدمة فى أعمال التعدين، خاصة تلك المستخدمة فى أعمال الحفر. ويلى ذلك الحديث عن معدات وأوعية التحميل ونقل الخامات والصخور سواء داخل المنجم فى المغارات أو على سطح الأرض. وكذلك أتناول قنوات ومعدات تجميع وصرف المياه المنجمية. وأخيراً أتحدث عن الأمراض التى يتعرض لها المعدّنون وكيف يتفادون أضرارها.

ويطلق المعدّنون على بعض معدات الحفر اسم (الأدوات الحديدية). وهى، فى غالبيتها، ذات نهايتين إحداها مستطيلة فى مقطع العرض، والأخرى حادة مدببة، ومجهزة بفتحة لتثبيت اليد الخشبية للمطارق. وهى تختلف فى أبعادها. وتوضحها اللوحتان (شكل 6 - 1) و(شكل 6 - 2). كما أن هناك العتلات الحديدية كما بلوحة (شكل 6 - 3) ومنها اللوحة الدائرية (A) والمسطحة (B) وذات الأسنان (C). أما أدوات الجرف فهى فى اللوحة (شكل 6 - 4).

ويلى المطارق وأدوات الجرف والعتلات أوعية الحمل والنقل والرفع، وهى من الخشب المقوى بحلقات حديدية أو من الخوص المقوى، أو من مادة جلدية كما باللوحة (شكل 6 - 5). وقد تكون مزودة بعجلة أمامية كما باللوحة (شكل 6-6)، أو بأربع عجلات كما بلوحة شكل (6-7). وباللوحة (شكل 6-8) أنواع أخرى وخطاطيف التعليق. أما لوحة (شكل 6 - 9) فيها أوعية من الجلد للرفع إلى أعلى من خلال الآبار باستخدام خطاطيف.

وتبين اللوحة (شكل 6 - 10) مجارى مائية (A) و(B) للصرف. وباختلاف أعماق الآبار التى يتم رفع الخامات والصخور بعد تحميلها من خلالها، فإن معدات الرفع وأدواته تختلف أيضاً فى نوعياتها وأبعادها كما بمجموعة اللوحات التالية. فاللوحة (شكل 6 - 11) بها عملية الرفع بالأوعية





(N) بواسطة حبل الرفع (L) الذى يلتف حول المحور (G) المستند على دعامتين خشبيتين (E)، ويقوم بالرفع عاملان متقابلان بواسطة أيادي خشبية (K) حيث تنتقل الحركة عن طريق عمود حديدى (F) يليها اللوحة (شكل 6 - 12) التى تبين طريقتين لنقل الحركة اللازمة للرفع بأيدي خشبية متعامدة من الناحية اليسرى (B) ويد خشبية مفردة عادية (C) من الناحية اليمنى باللوحة، والماكينة مزودة بمكبج دائرى (E). أما اللوحة (شكل 6 - 13) فبها معدات تعتمد على محورين، الأول رأسى (A) والثانى أفقى (F) حيث يقوم الأول بنقل حركة أقدام اثنين من العاملين يتحركان على قرص سفلى دوّار أفقى به عوارض نقل الحركة من أقدام العاملين (L) إلى القرص العلوى الأفقى المسنن (E) إلى المحور الأفقى (F) الذى يلتف حوله حبل الرفع من البئر فى أقصى يمين اللوحة. وهناك تركيبة أخرى للرفع لحمولات أكبر من السابقة توضحها اللوحة (شكل 6 - 14) التى تنقل الحركة فيها من المحور الرأسى (F) وعليه طبله أسطوانية (H) يلتف حولها حبل الرفع أفقياً إلى بكرات فوق فتحة البئر الرأسى إلى يمين اللوحة لرفع أوعية الرفع (K). وقد تستخدم سلاسل حلقية حديدية للرفع بدلاً من الحبال كما باللوحة (شكل 6 - 15) التى تبين نقل الحركة التى تبدأ من حركة الخيول الدائرية فى أعلى اللوحة من خلال محور رأسى إلى حلقة أفقية مسننة (A) إلى المحور الأفقى (B) المركب عليه قرص الكبج (D) وطبله تحريك سلاسل الرفع من البئر الرأسى إلى يمين اللوحة. ويلاحظ أن هناك ثلاثة مستويات أفقية تحت بعضها البعض تجرى من خلالها عملية الرفع فى البئر: الأول العلوى وعليه حركة الخيول الدائرية، الثانى المتوسط وبه مجموعة المحاور لنقل الحركة بالإضافة إلى قرص الكبج (الفرملة)، والثالث السفلى وهو تحت سطح الأرض فى مغارة الممر الأفقى حيث يجرى تحميل أوعية رفع الخامات أو الصخور المطلوب رفعها إلى سطح الأرض ثم يتم استقبالها وتفريغها فى المستوى المتوسط كما باللوحة.



كان استخدام الحيوانات أمراً شائعاً فى أعمال التعدين بالنسبة لقدرتها على الجر ولتحملها للعمل الشاق لمدد طويلة نسبياً، كما باللوحه (شكل 6 - 16) تأكيداً لما فى اللوحه السابقه، وتبدو فيها عربه ذات صندوق لحمل ونقل الخامات والصخور يجرها حصان ومجموعه من الكلاب المدربه على الجر (D) مع أكياس أو زكائب من جلد الخنزير المتين مربوطه بالحبال. أما لوحه (شكل 6 - 17) فيها خيول الجر (A) وسلم يؤدى إلى المجرى (B) وعربه ذات عجله واحده (D) فى أعلى يسار اللوحه، وأخرى ذات عجلتين (E) إلى منتصف يمين اللوحه، وثالثه ذات أربع عجلات (G) وعملية تفريغ الحمولة (H)، ويشرف ملاحظ العمال (K) على ما يجرى فى الموقع.

وتستخدم الآبار فى المناجم العامله تحت سطح الأرض فى أغراض كثيره سبق بيانها، ومنها إنزال الأخشاب اللازمه إلى المغارات تحت سطح الأرض، كما فى لوحه (شكل 6 - 18) وبها إنزال مجموعه من الأخشاب بواسطه عاملين.

وفى اللوحه (شكل 6 - 19) طريقه الرفع فى بئر رأسى بواسطه مجموعه من الحلقات والمحاور، وتبدأ الحركه من المحور السفلى الأفقى (B) إلى عجلات مسننه تقوم بتدوير المحور الأفقى العلوى (H) الذى ينقل الحركه إلى الطبله (الأسطوانه) العليا التى بدورها تتحرك عليها أوعيه الحمل والرفع من وإلى البئر بالاستعانه بالطبله السفلى (Y) ويبدو فى اللوحه عاملان، أحدهما يدير ماكينه الرفع والثانى فى الساحه المجاوره للبئر وهو يقوم بصيانه مجموعه من المعدات وتروس الحركه وأيادى الإدارة والمحاور وغيرها.

وعند توافر المياه الجارية يمكن الاستفادة منها عن طريق الحلقات المائيه، كما فى لوحه (شكل 6 - 20) حيث تدفع المياه على الحلقة المائيه (A) لنقل الحركه من خلال محور (B) ويتم الرفع بواسطه سلاسل (C) و(D)، وهناك





معدات للتثبيت بأشكال متعددة، يقوم أحد العاملين فى يمين اللوحة بتثبيتها على المحور للتقوية، كما تقوم الكبشات التى يحمل إحداها العامل الأيسر، برفع الحمولة المطلوبة من الخامات أو الصخور إلى أعلى من خلال البئر الرأسى.

وتتضح بدايات ماكينات رفع المياه المنجمية المطلوب صرفها من خلال البئر الرأسى من اللوحة (شكل 6 - 21) وبها مجموعة المعدات والأدوات المستخدمة، حيث يبدو أربعة من العاملين، يقوم أحدهم بضخ المياه الناتجة عن الحفر بواسطة مضخة يدوية ماصة كابسة (I) وعمود السحب (H) ويقوم عامل آخر على يسار اللوحة بترتيب الأعمدة الخشبية المطلوبة للإنشاءات بالمنجم باستخدام عتلة حديدية. وإن للحبال استخدامات كثيرة فى أعمال التعدين وتكون مجدولة وقوية وتبينها اللوحة (شكل 6 - 22)، ويقوم العامل (G) بإزاحة المياه المسحوبة من خلال المجرى (F) حتى لا تعود مرة أخرى بعد سحبها إلى البئر كما فى لوحة (شكل 6 - 23).

كما تستخدم المواسير المصنعة من الحديد كما فى لوحة (شكل 6 - 24) لسحب المياه (F) و (E) بتركيبات حديدية أيضا.

ويمكن تحريك مضخات سحب المياه من آبار المناجم بواسطة طاقة المياه المندفعة كما فى لوحة (شكل 6 - 25) من خلال الحلقة المائية الدوارة (A) إلى المحور (B)، كما تبدو تفصيلات التركيبات فى الجزأين باللوحة (C) و (D). وقد يتم الضخ والسحب على مرحلتين بواسطة مضختين كما باللوحة (شكل 6 - 26) حيث لكل منهما حلقتها ومحورها ومجراها المائى، وهما فى مستويين تحت بعضهما البعض. ويمكن، على العكس، أن تكون المضختان على نفس المستوى الأفقى، كما باللوحة (شكل 6 - 27) حيث المحور العلوى (A) ينقل الحركة من العجلة المائية الدوارة (B) إلى حلقة مسننة (C) إلى



المحور الثانى (D) من خلال التركيبات (E) و(F) إلى مضخات السحب على نفس المستوى (G) ومثيلتهما على مستوى واحد أيضا أسفل منهما (G) وتنتقل الحركة من خلال توصيلات وتركيبات معدنية مصممة بعناية لنقل الحركة فى الاتجاهات المطلوبة لتشغيل مضخات السحب.

وإذا ما كانت كميات المياه المطلوب صرفها ورفعها من المغارات إلى سطح الأرض من خلال البئر محدودة، فإنه يمكن الاستغناء عن عملية الضخ بالمضخات، والاكتفاء بالرفع اليدوى مرة أخرى كما باللوحه (شكل 6 - 28) وبه طريقة الرفع بواسطة أوعية خاصة من أسفل، حيث يقوم عاملان بتحريك السلاسل المثبت بها أوعية رفع المياه يدوياً من خلال تدوير المحاور الأفقية (A) بواسطة أيدي متعامدة (B) مع توجيه المياه المرفوعة بالأوعية إلى المجرى المائى إلى يسار اللوحه. أما لوحه (شكل 6 - 29) فيها الحلقة الدوارة المتحركة بدفع المياه (B) وتنقل الحركة إلى المحور (B) إلى حلقات مسننة (C) و(D) إلى الحلقة المدرجة (G) التى تسبقها حلقة الكبح (F).

ونعود إلى رفع الخامات والصخور بالأوعية الجلدية، لنختم هذا الشرح لمعدات الرفع فى المناجم، ففى اللوحه (شكل 6 - 30) ماكينة رفع أوعية جلدية (عادة تصنع من جلد الخنزير المتين) وهى موضحة بالرمز (M) باللوحه عن طريق الطبله ذات السلاسل (K) ومحورها (I) التى تدار بقوة اندفاع المياه من خزان المياه (A) إلى الحلقة المزدوجة الكبيرة (G) و(H) يديرها العامل (O)، ويقوم العاملان (P) و(Q) بتوجيه الأوعية عند هبوطها فارغة وصعودها محملة بالخامات والصخور من خلال البئر الرأسى بإطاره ودعائمه الخشبية يسار أسفل اللوحه.

وانتقل (أجريكولا) الآن إلى ماكينات ومعدات تهوية المناجم ومغاراتها بمختلف أنواعها تحت سطح الأرض، وأضرب لذلك مثلاً تهوية المناجم القريبة





من مدينة جال شرق ألمانيا حيث يتم استخراج خامات النحاس منها عن طريق آبار عميقة تحتاج إلى تهوية مناسبة خاصة تلك الممرات أو المغارات تحت سطح الأرض التي ليس لها اتصال مباشر سواء بالآبار أو بفتحات على السطح. وهذه المعدات لها أنواع عديدة، ومنها تلك الموضحة باللوحة (شكل 6 - 31) وبها تبدو عوارض خشبية متعامدة متمركزة في منتصف ومقطع البئر (A) و (B) و (C) وذلك في كل من البئرين باللوحة حيث تحرك الرياح (F) ألواح متعامدة (D) مثبتة على العوارض، وهي تتحرك بفعل قوة حركة الرياح وتعتبر بحركتها مصيدة للرياح المتحركة في أى اتجاه لتدخل في البئر للتهوية، ويلاحظ في اللوحة أن الألواح المتعامدة اليمنى مغطاة من أعلى بقرص خشبي (G) بينما اليسرى (E) غير مغطاة. وقد تستخدم براميل خشبية ذات فتحات خاصة للتهوية أيضا، وهي بالرمز (A) في لوحة (شكل 6 - 32) ومقواة بحلقات حديدية (B) ويدخل إليها الهواء أيضا بألواح توجيه (H) حيث ينزل الهواء إلى البئر للتهوية بواسطة تلك البراميل.

أما في لوحة (شكل 6 - 33) فيجرى سحب الهواء من خلال حلقات اسطوانية (A) ذات فتحات (C) مزودة بمقابض تحريك متعامدة (H) ويبين الجزء الأسفل من اللوحة طريقة استقبال الهواء في قاع البئر تحت سطح الأرض في التركيبة الخشبية المخصصة لذلك (B) مع تحريك ألواح متعامدة موضح تفصيلاتها في المربع أسفل يمين اللوحة نفسها بواسطة عامل يحركها من خلال مقبض معدني حديدى. وتبين اللوحة (شكل 6 - 34) طريقة لتحريك الهواء بواسطة ألواح متعامدة أيضا تحركها يد تحريك (D) حيث تتحرك الألواح (G) بفعل حركة الرياح. وقد يجرى تحريك الألواح المتعامدة في تركيبة خشبية (كابينة) وهي بالرمز (A) في نفس اللوحة ذات فتحة (B).



وآخر نوع أٌحدث عنه (أجريكولا) فى معدات وماكينات التهوية، هو ذلك الذى تستخدم فيه المنافخ، وتبينه اللوحة (شكل 6 - 35) وفيها المنفاخ (C) يحركه العامل بواسطة يد أو مقبض إلى مجرى خشبى خلال أرضيات خشبية (B) و (A) ويبدو فى أسفل اللوحة المجرى الخشبى (B) نفسه والمنفاخ بفتحته التى يمر منها الهواء. كما تبين لوحة خاصة (شكل 6 - 36) طريقة لتحريك المنفاخ مع وضع ثقل حجرى عليه لدفع الهواء وتوجيهه نحو الماسورة (الأنبوب) بالرمز (B) إلى المدخل الأفقى (A) للمنجم.

وعن اللوحة (شكل 6 - 37) فهى لتوضيح ثلاث طرق لتشغيل معدات التهوية/ الأولى (A) حيث يقوم العامل (B) بتحريك المنفاخ (D) بقدميه لدفع الهواء خلال المجارى (E) إلى الممر المنجمى (F) تحت الأرض، والثانية (G) وبها طبله (أسطوانة) خشبية (H) ذات أسنان (I) وبها فتحة مستديرة (L) ويستعان فى تحريكها بالخيول كما باللوحه، أما الطريقة الثالثة (N) فهى على سطح الأرض باستخدام الخيول كما فى الثانية لتحريك حلقة دائرية مسننة (P) من خلال محور رأسى (O) إلى محور أفقى (Q) لتحريك منفاخين يدفعان الهواء إلى أسفل.

وعن طريقة نزول وصعود المعدّنين إلى ومن تحت سطح الأرض فى المناجم إلى السطح، فتبين اللوحة (شكل 6 - 38) سلالم الهبوط والصعود فى حالة المناجم، ذات الأعماق غير الكبيرة (B)، وباللوحة أيضا استخدام منزلقات جلدية متينة (C) بينما السلالم المنحوتة فى الصخور فهى فى نفس اللوحة بالرمز (D).

وفى نهاية هذا الكتاب أذكر (أجريكولا) بعض الأمراض التى تصيب المعدّنين أثناء عملهم الشاقّ الدءوب مع ذكر بعض الوسائل التى تساعدهم على الوقاية منها. وأبدأ بالتأكيد بأن علينا الاهتمام بالمعدنيين وصحتهم، دون





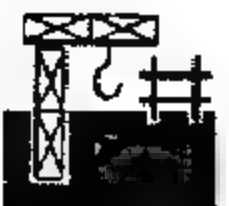
التركيز على تحقيق الربح فقط من أعمال التعدين، التي أذكرها بحكم مهنتي الأصلية وهى الطب، أمراض المفاصل والرئة والعيون، وبعض هذه الأمراض خطيرة، بل وميت فى بعض الأحيان.

ومن أهم أسباب تلك الأمراض المهنية، تعرض المعدنيين للمياه المنجمية، وهى عادة ما تكون باردة. ونحن نعرف كأطباء متخصصين أن البرودة هى عدو العضلات فى الجسم، ومن هنا فإنه يجب تزويد العاملين فى المناجم تحت سطح الأرض بأحذية طويلة الرقبة، سميكة الجلد، لحماية السيقان من تأثير المياه الباردة، ويلاحظ أن تأثيرات المياه الباردة قد لا تظهر على المعدّنين إلا عندما يبلغون مرحلة متقدمة فى السن بعد مدة طويلة من العمل فى المناجم.

وعلى عكس ما سبق، فقد نطن أن المناجم الجافة غير المحتوية على تلك المياه المنجمية ستكون آمنة تمامًا للعاملين فيها. إلا أن هذا غير صحيح مع الأسف، حيث إنها آمنة بالفعل من ناحية غياب تأثيرات المياه، إلا أنها يتزايد فيها معدل تصاعد الأتربة والغبار داخل المغارات بما يؤدى إلى أمراض أخرى كأمراض الحلق والرئتين وصعوبة التنفس. وهناك ما يعرف بغبار المناجم الأسود، وهو دخان حمضى خطير يؤثر على العظام ويسميه اليونانيون (بومفوليكس).

وتؤثر تواجـدات الكاديوم على أذرع وسيقان المعدنيين، وكذلك على رئاتهم وعيونهم. وفى ذلك أنصح المعدنيين، بالإضافة إلى ارتداء الأحذية الطويلة السميكة، أن يرتدوا القفازات، ويمكنهم وضع أقنعة حرة الحركة على وجوههم أثناء العمل لمنع وصول أية مواد ضارة وسامة إلى الحلق والرئتين.

كما أن هواء المغارات، إذا ما كان ساخناً، فإنه يؤدى إلى صعوبات فى التنفس لدى العاملين تحت الأرض. ولتحسين تلك الظروف يستخدم المعدّنون



بعض طرق التهوية التى سبق ذكرها . وبالطبع إذا ما استخدمت النيران لخلخلة الصخور والخامات فسوف يؤدى ذلك إلى صعوبات كبيرة فى التهوية، خاصة إذا ما كان الدخان المتصاعد منها غير كامل الحريق . وقد تؤدى الاختناقات التى تصيب المعدّنين فى هذه الحالة إلى الوفاة مباشرة، أو بعد مدة قصيرة .

وفى نفس السياق، قد تتصاعد بعض الغازات السامة من ترسيبات بعض أنواع الفلزات ومركباتها أثناء عمليات التعدين، وخاصة مع اختلاف درجات الحرارة من مغارة لأخرى تحت سطح الأرض، بالإضافة إلى ما ينجم من أخطار بسبب الصقيع والبرودة الشديدة كما سبق .

ومن المخاطر المهنية الأخرى التى يتعرض لها المعدّنون، ما قد يصابون به من دوار مفاجئ أثناء الهبوط أو الصعود إلى ومن المغارات فى الآبار، حيث يتعرضون للسقوط من ارتفاعات كبيرة .

ومما يزيد من صعوبة المواقف فى تلك الحالات عدم توافر الإمكانيات المالية أو المادية لاتخاذ اللازم لتفادى حدوث المخاطر وحوادثها فى المناجم .

وفى كل تلك الظروف والأحوال، فإن هناك دوراً كبيراً لملاحظ العمال فى المنجم، فعليه أن يأمر بخروج العمال فوراً فى حالة الخطر، وفى ذلك إشارات صوتية معروفة وصفارات عليه إطلاقها فوراً، ويكون ذلك بالتنسيق الفورى مع ملاحظى العمال فى المناجم القريبة وعلى الأخص تلك المشتركة فى مداخل وآبار معينة مع منجمه .

وكما ذكرت (أجريكولا) سابقاً، على الملاحظ أيضاً التأكد من صلابة وفعالية أعمال التدعيم بالمغارات أو بالآبار أو تلك المستخدمة فى تدعيم سلالم هبوط وصعود المعدّنين .

وقد تتسبب الأخطار السابق بيانها فى توقف العمل التعدينى بالمنجم . كما قد يؤدى إلى التوقف أيضاً تواجد المعدن أو الفلز المفيد وخاماته فى

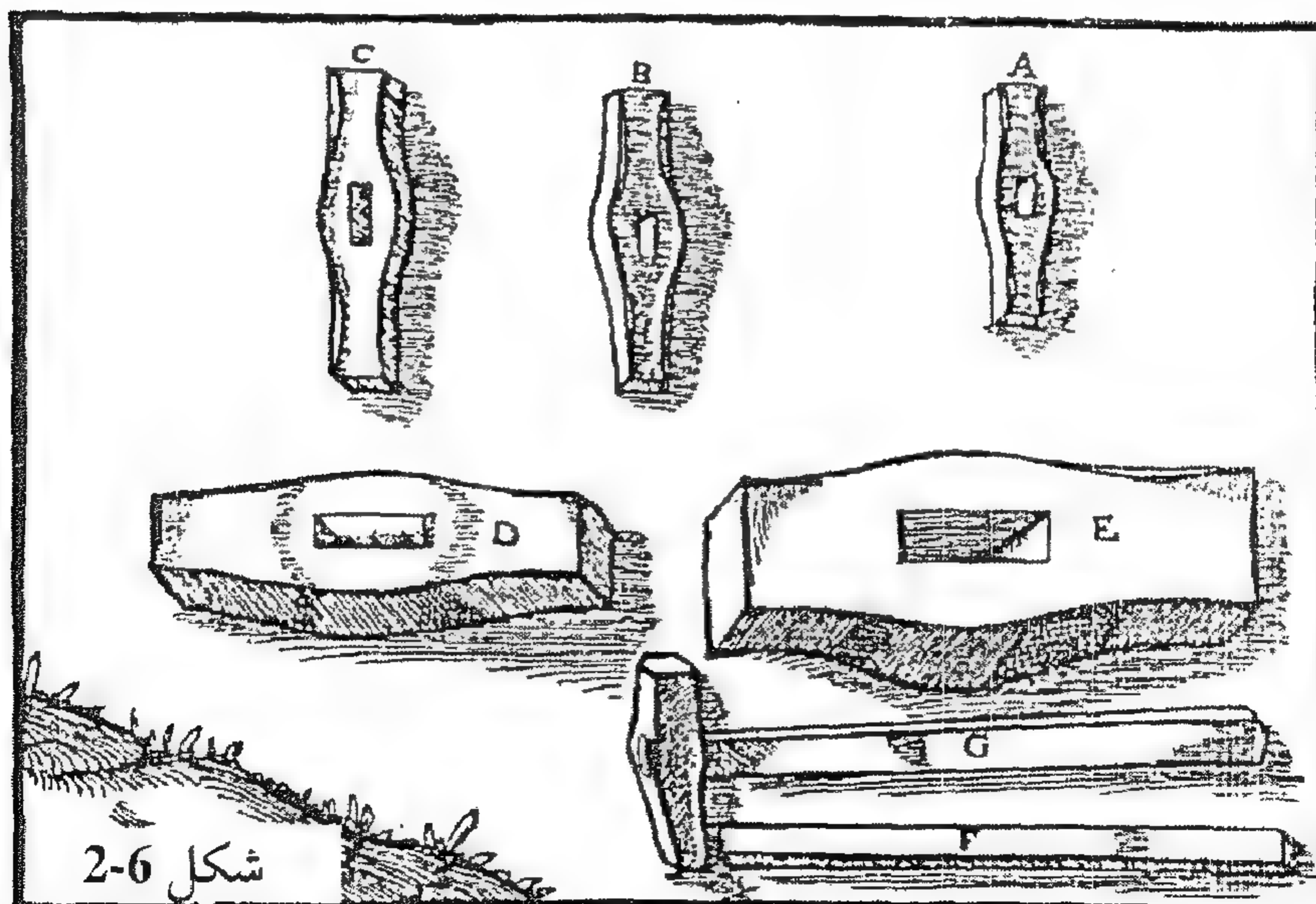
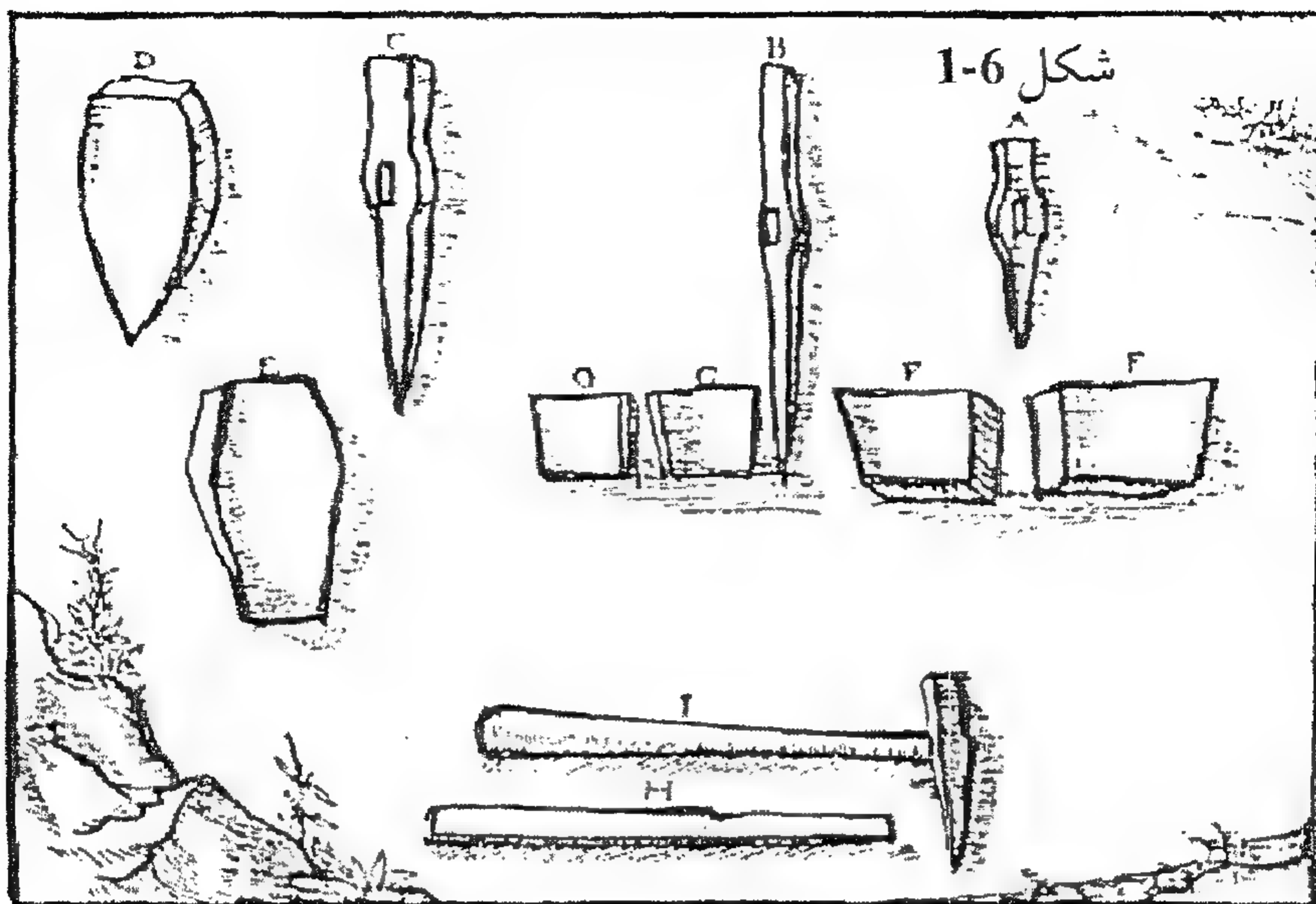




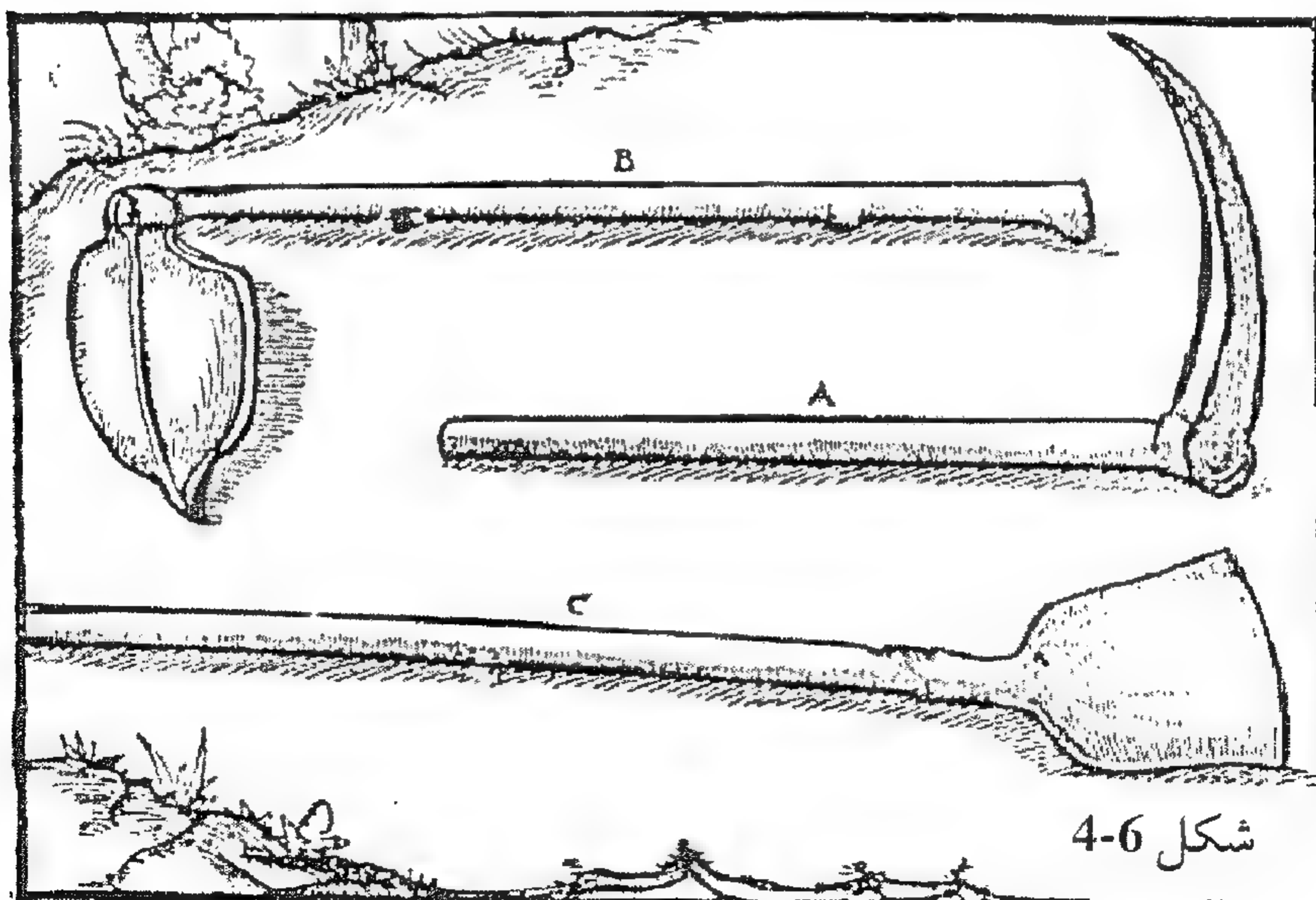
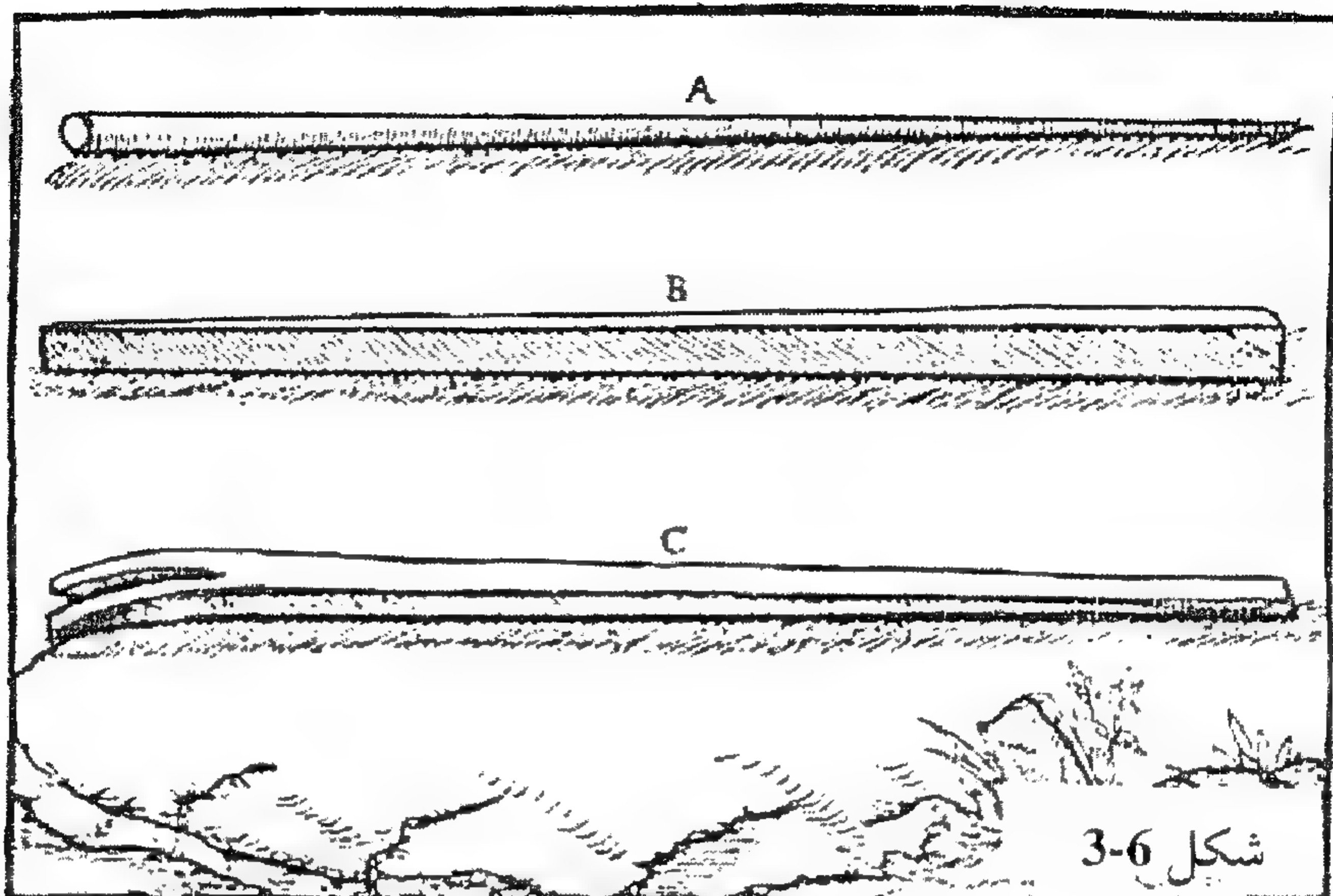
أعماق بعيدة تحت سطح الأرض يصعب الوصول إليها، أو بسبب الزيادة الكبيرة فى المياه المنجمية وعدم إمكان تصريفها ورفعها إلى السطح، أو يمكن ذلك ولكن بتكلفة كبيرة جداً لا يغطيها العائد المتوقع من أعمال التعدين. كما قد تتسبب أعمال حربية أو عسكرية فى موقع المنجم أو قريباً منه فى توقف العمل. وعموماً، فإنه من الواجب تدوين وتسجيل أسباب توقف أعمال التعدين والظروف التى أدت إلى ذلك التوقف، حتى يمكن الرجوع إليها مستقبلاً، إذا ما تغيرت الظروف أو تواجدت المعدات الأقدر على تنفيذ العمليات التعدينية بطريقة أكثر أمناً أو بعائد يتناسب مع تكلفة التشغيل.

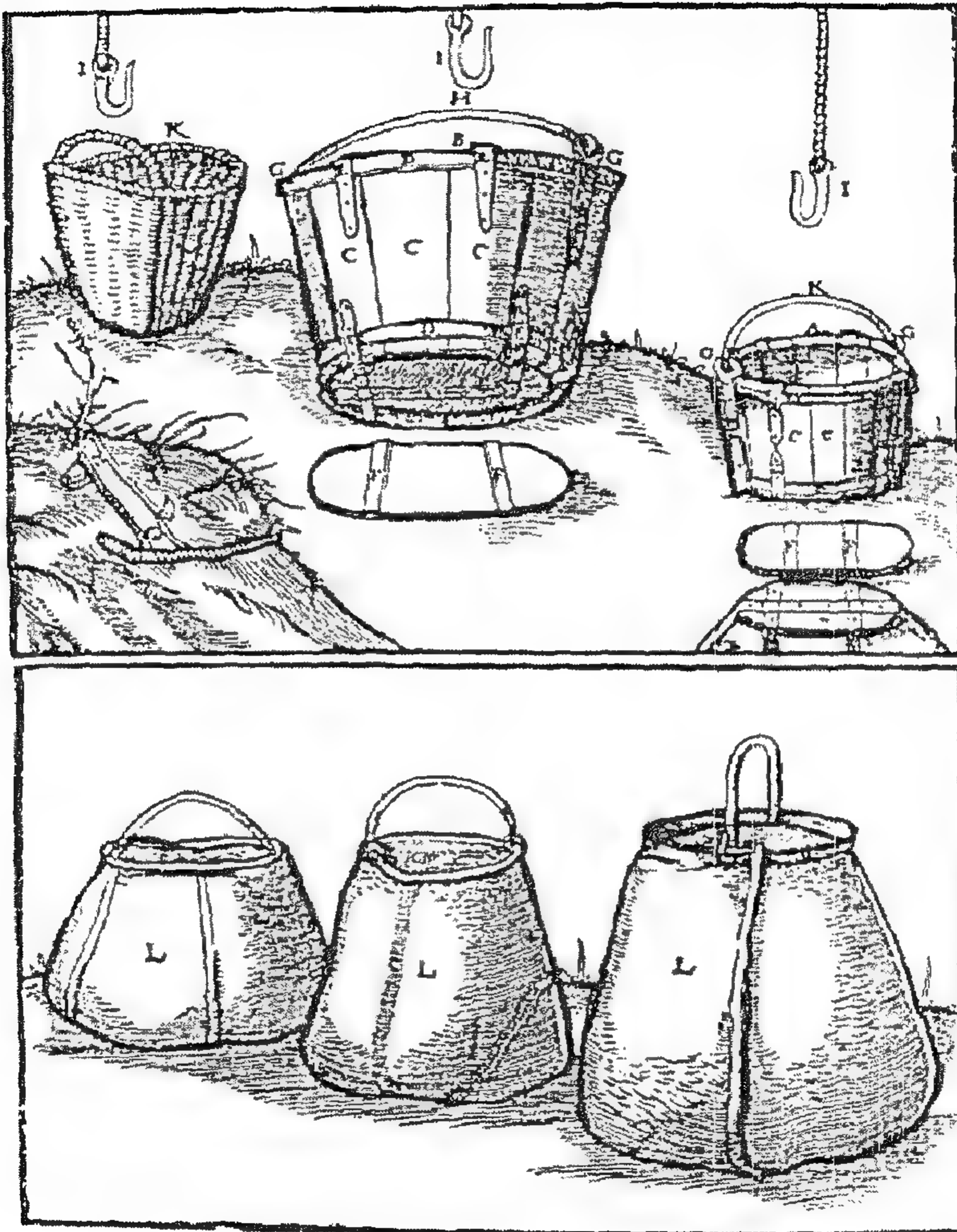
\*\*\*







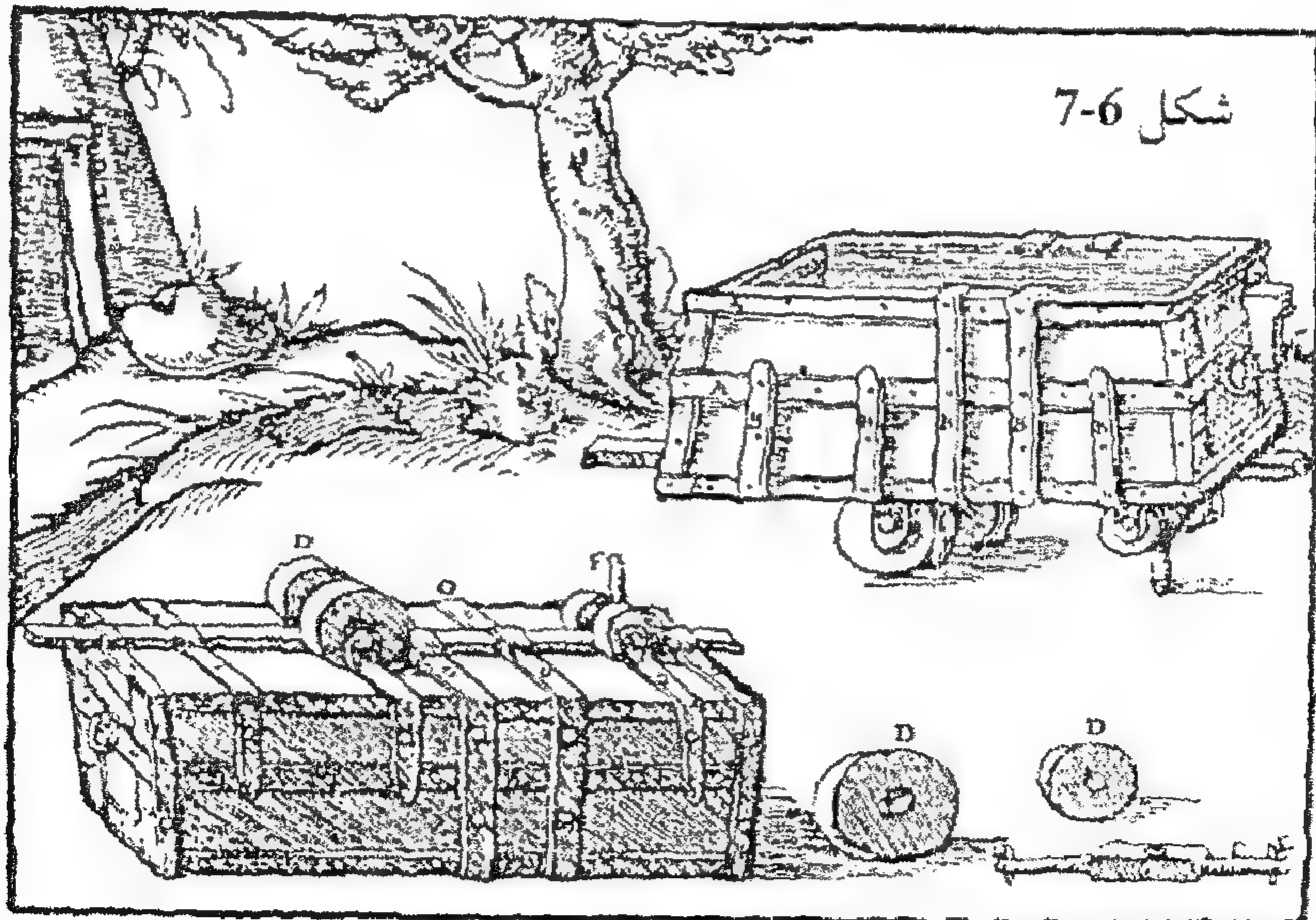
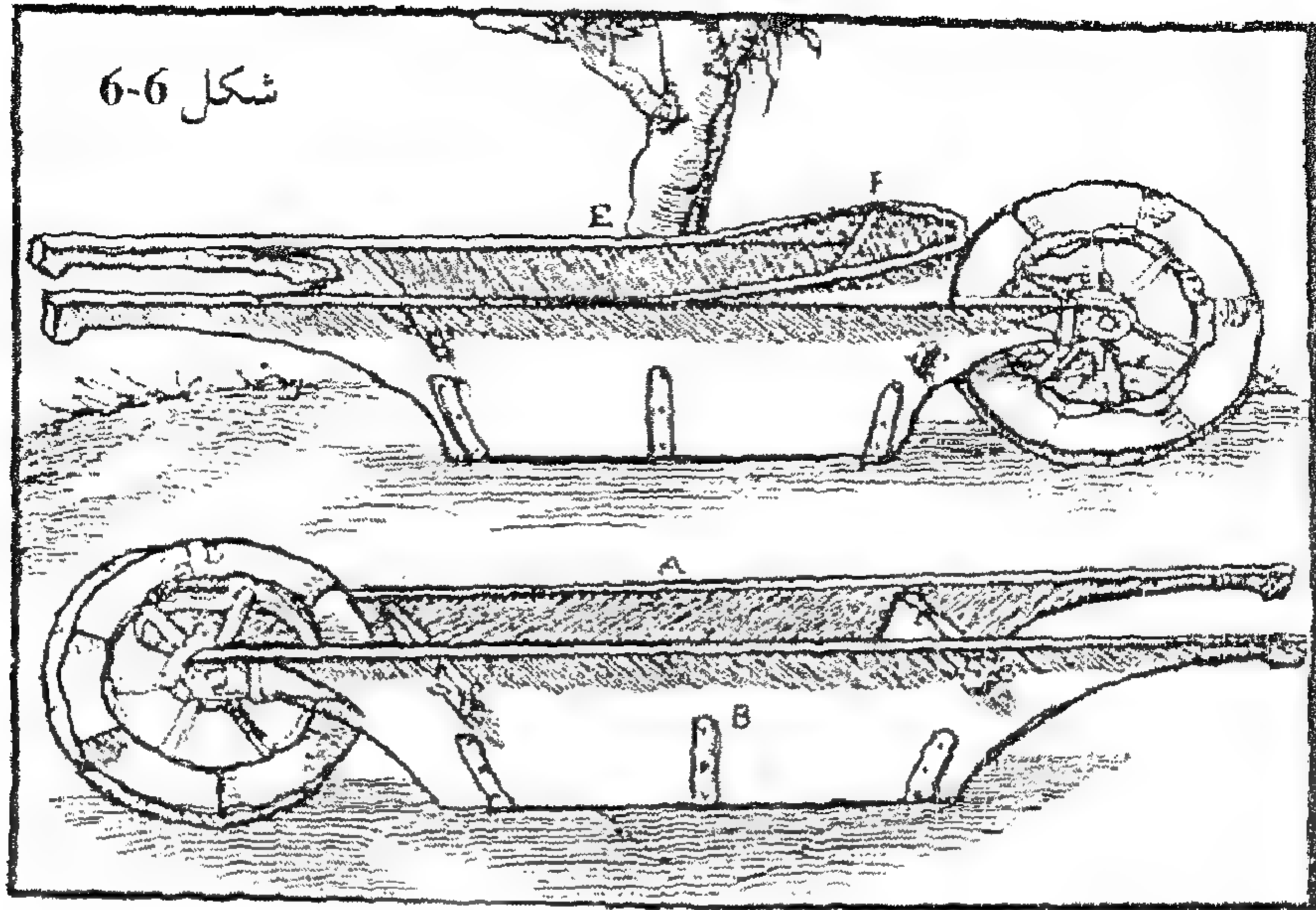


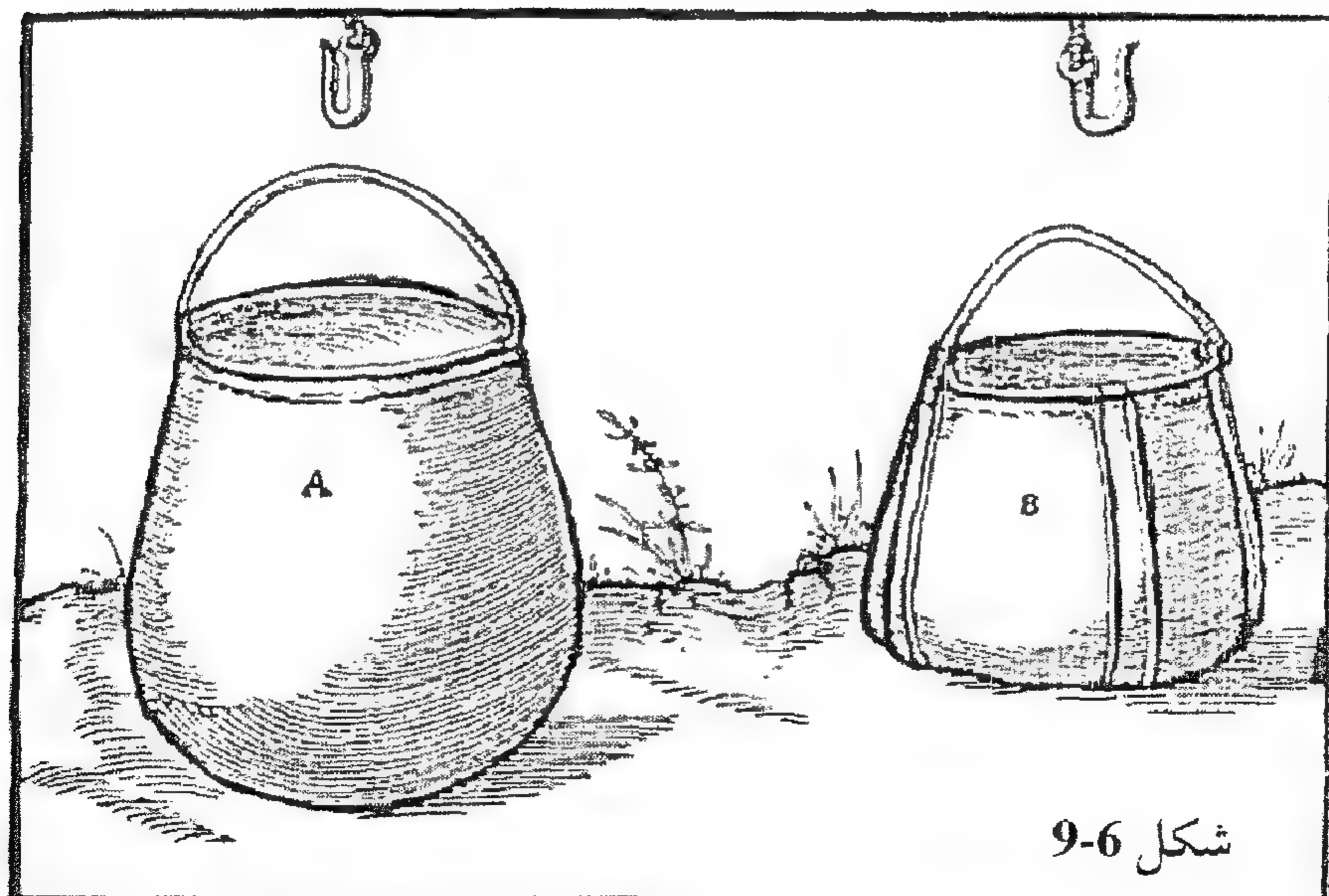
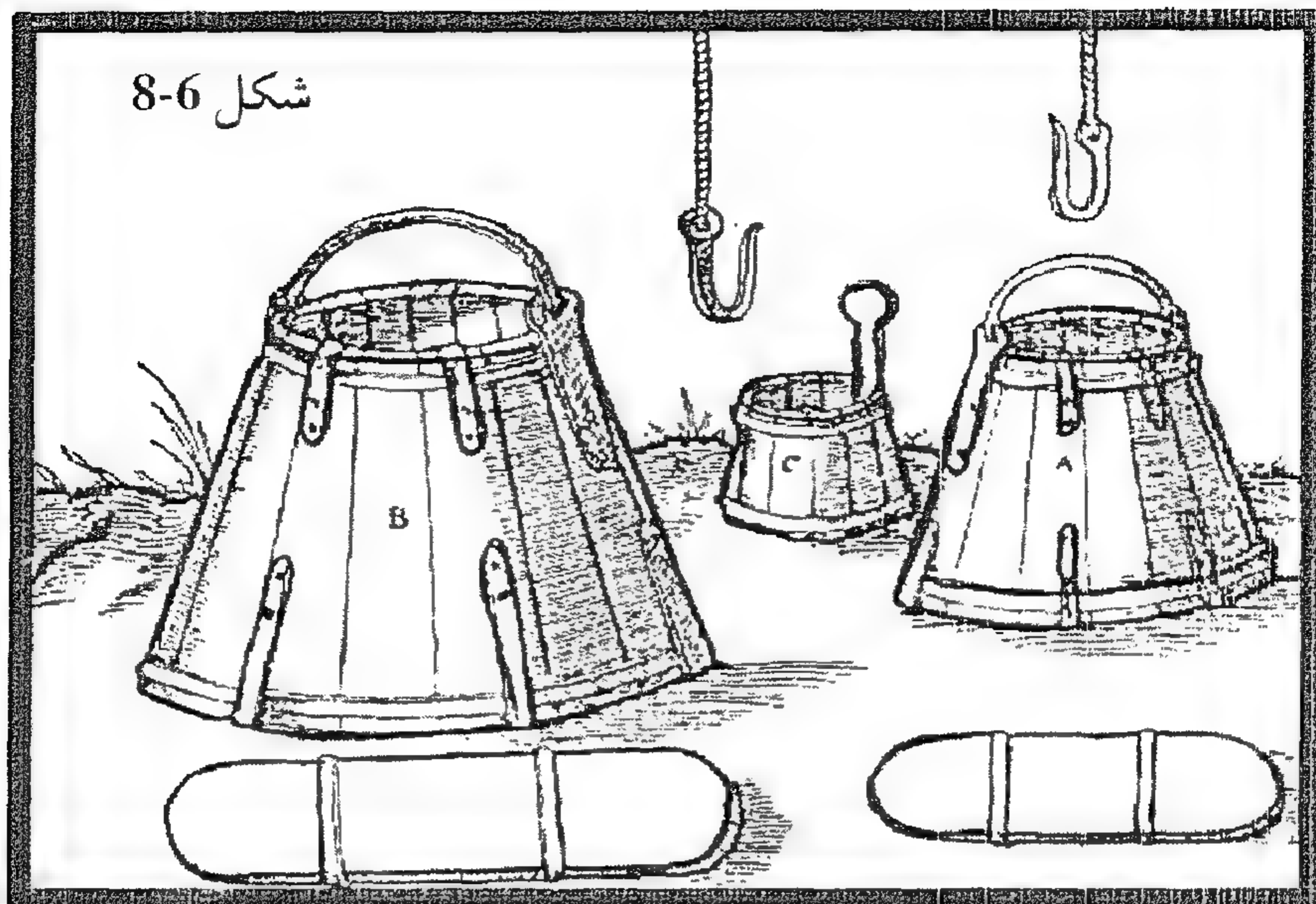


شكل 5-6

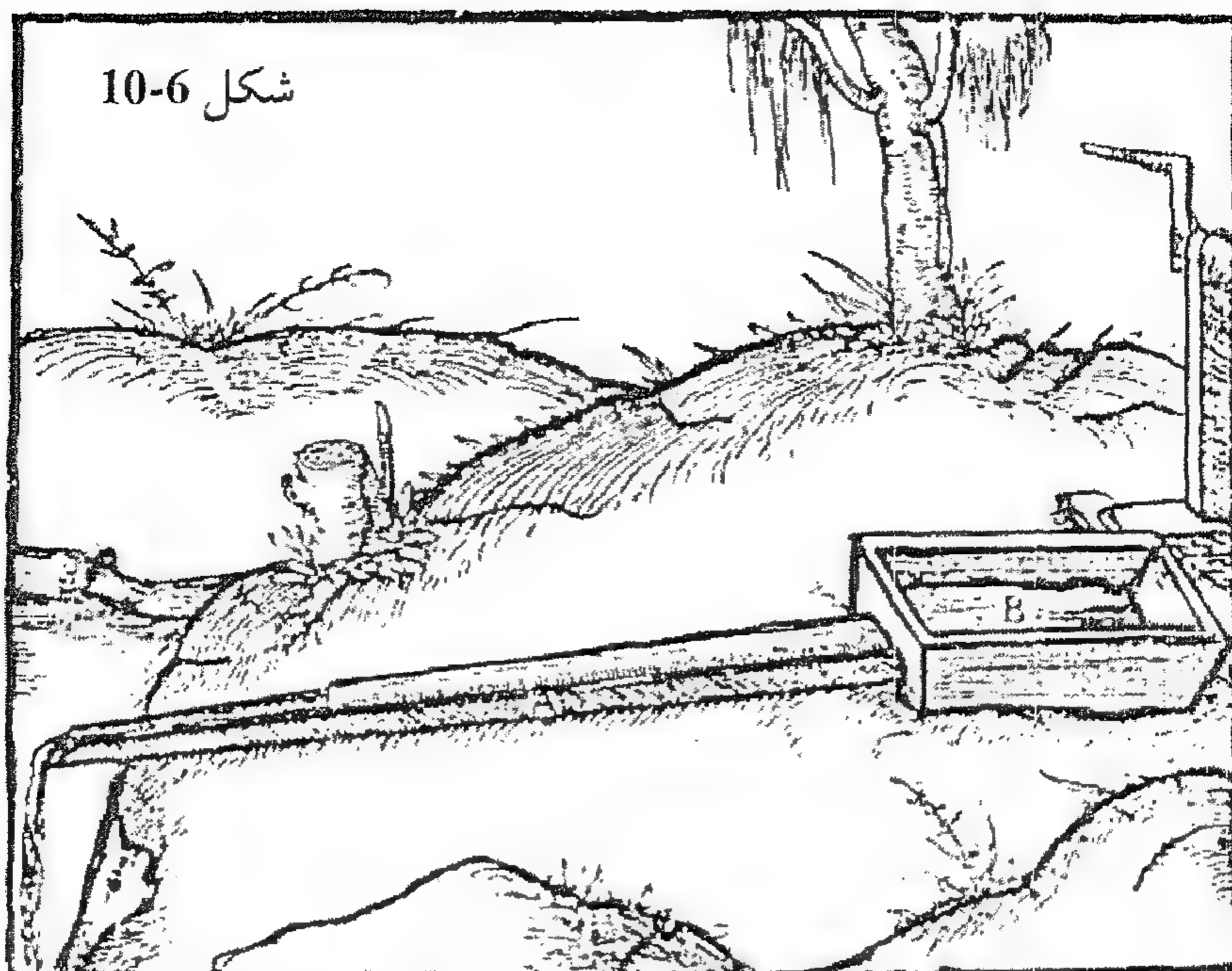




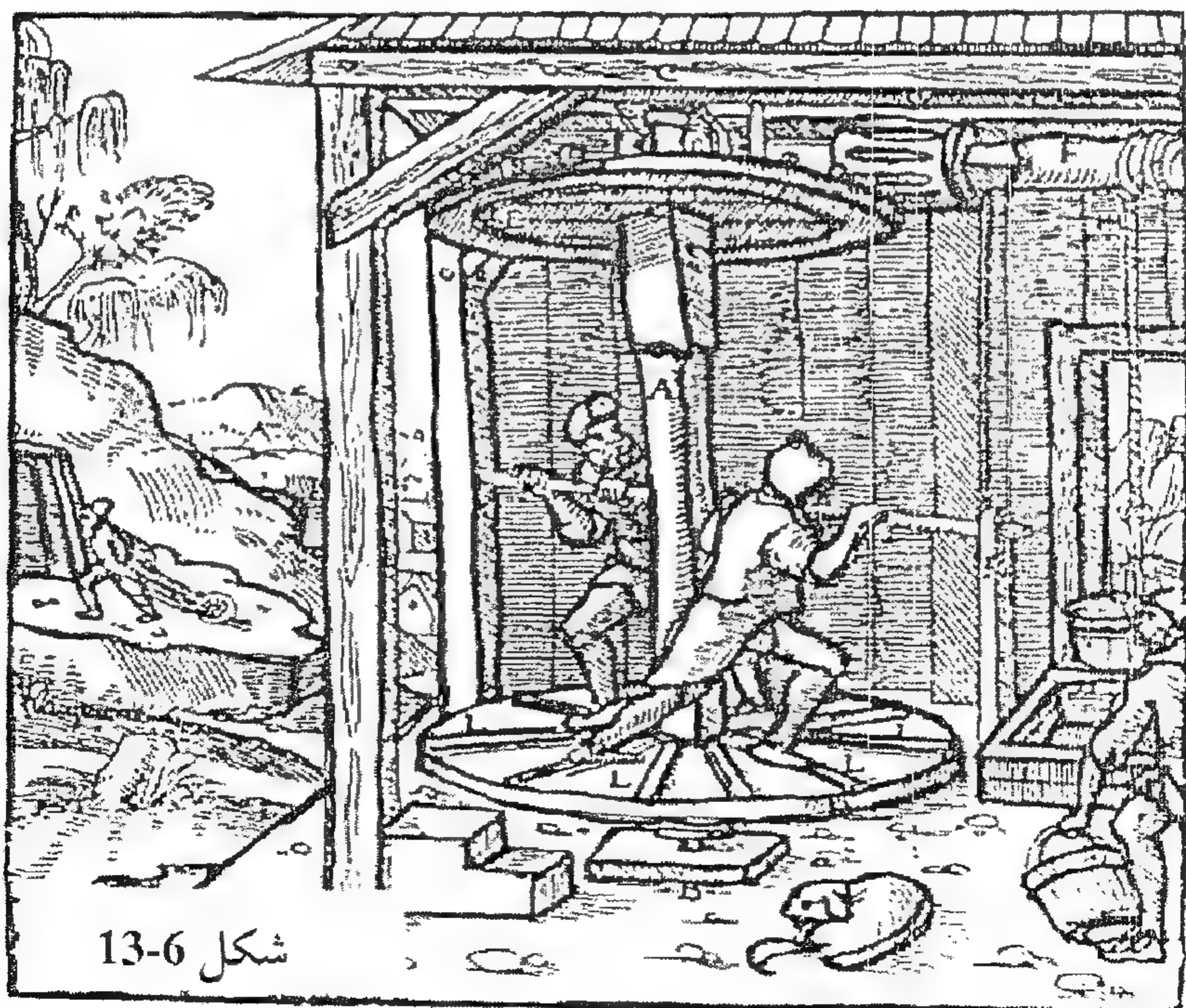
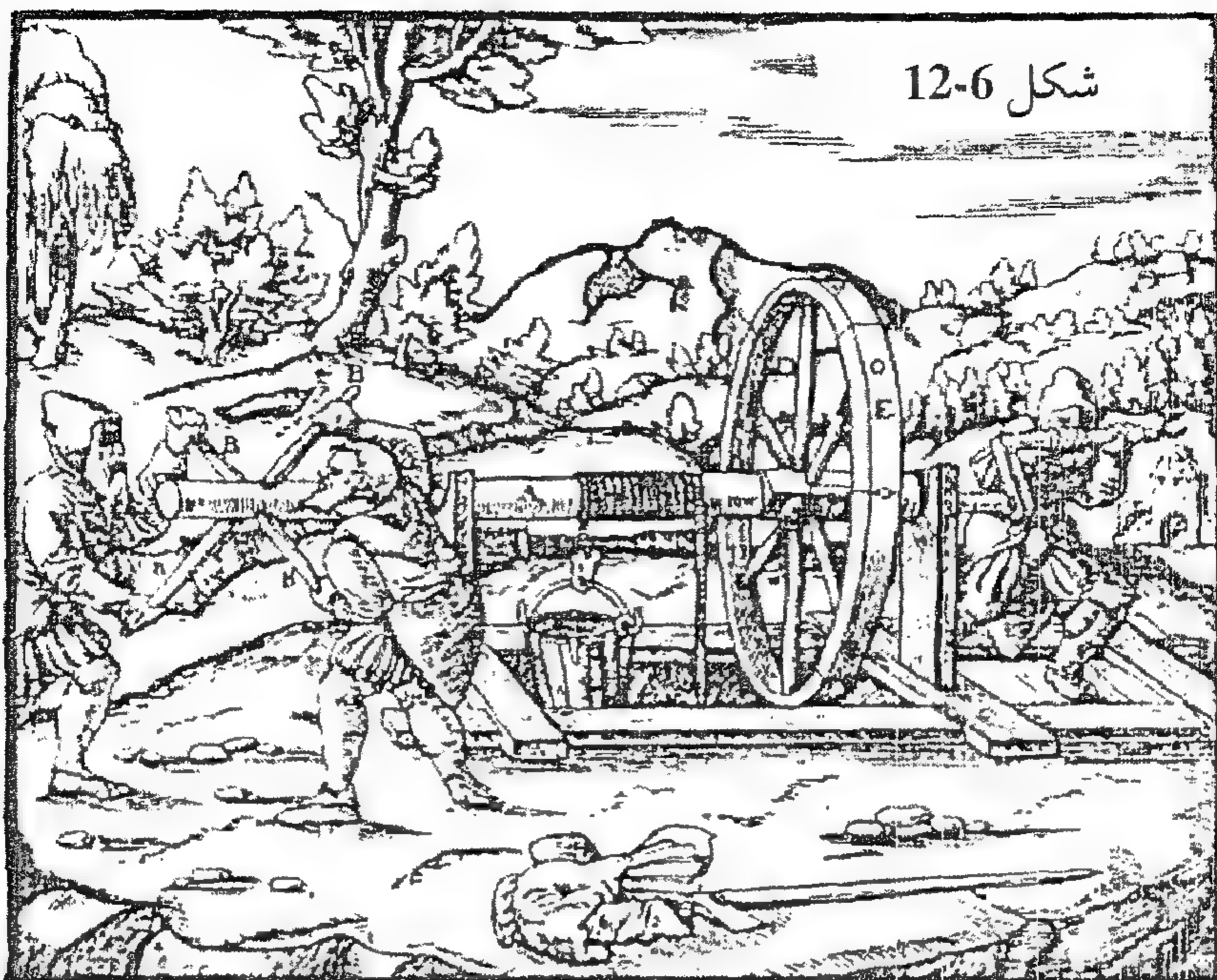








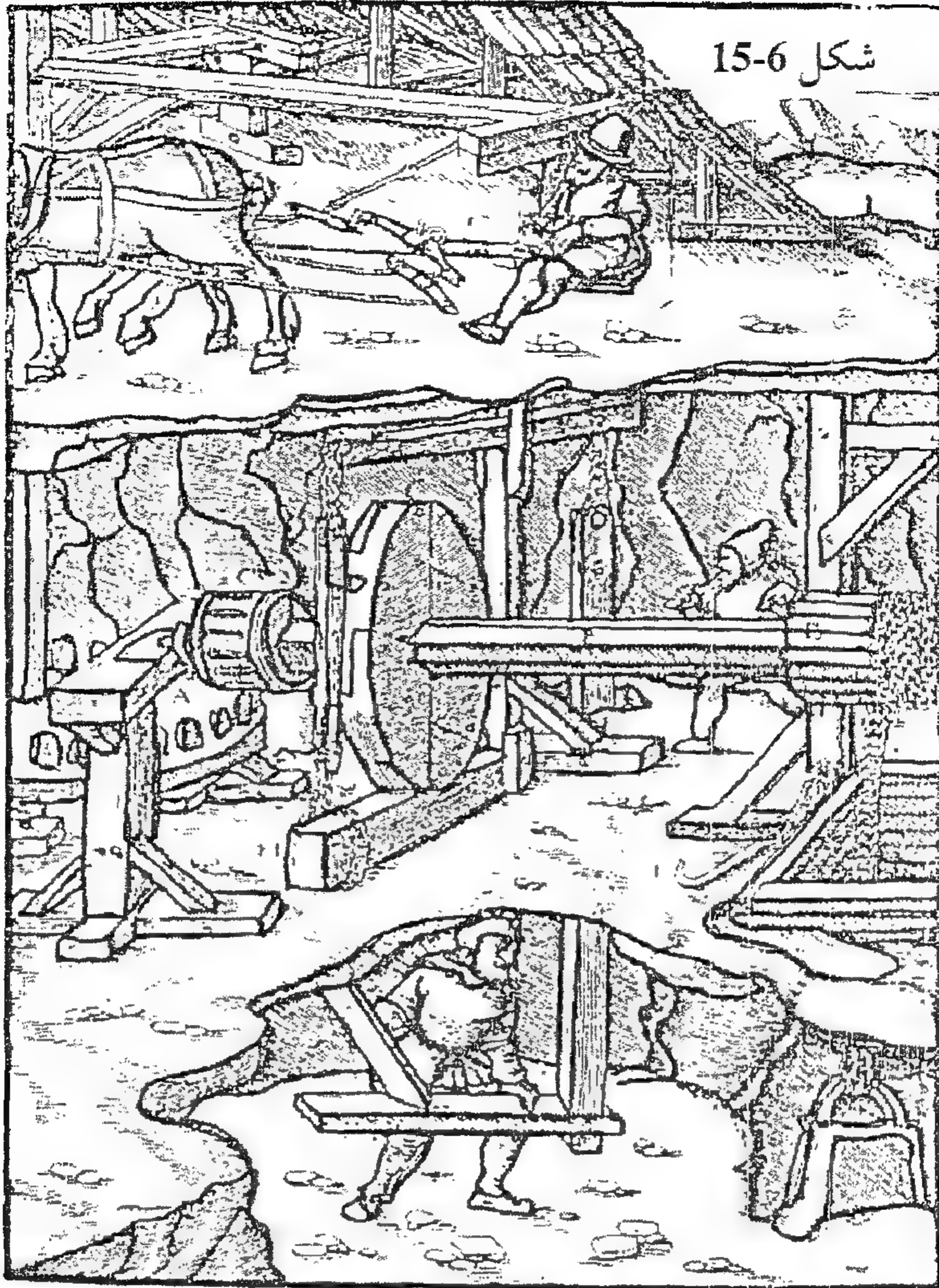














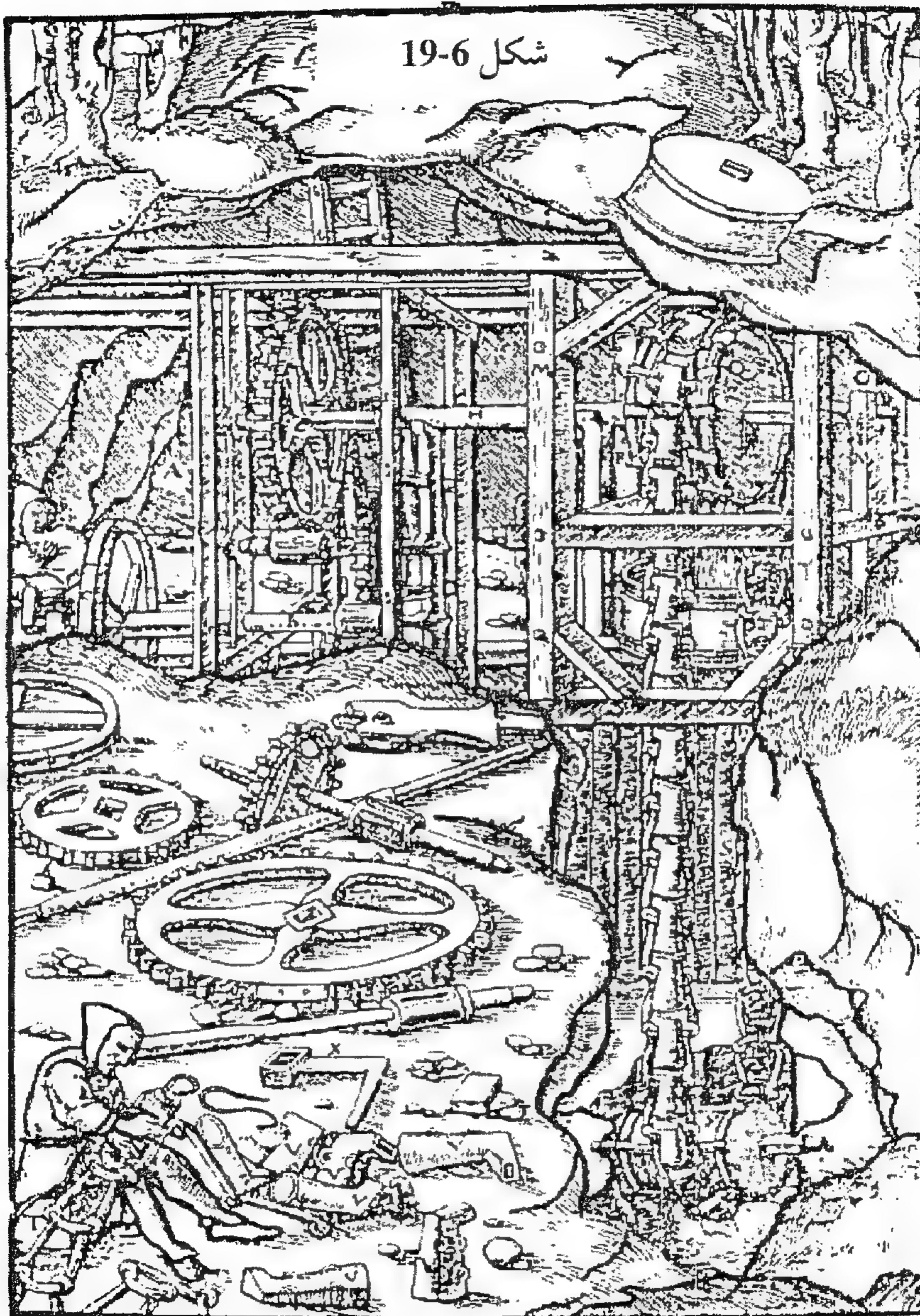




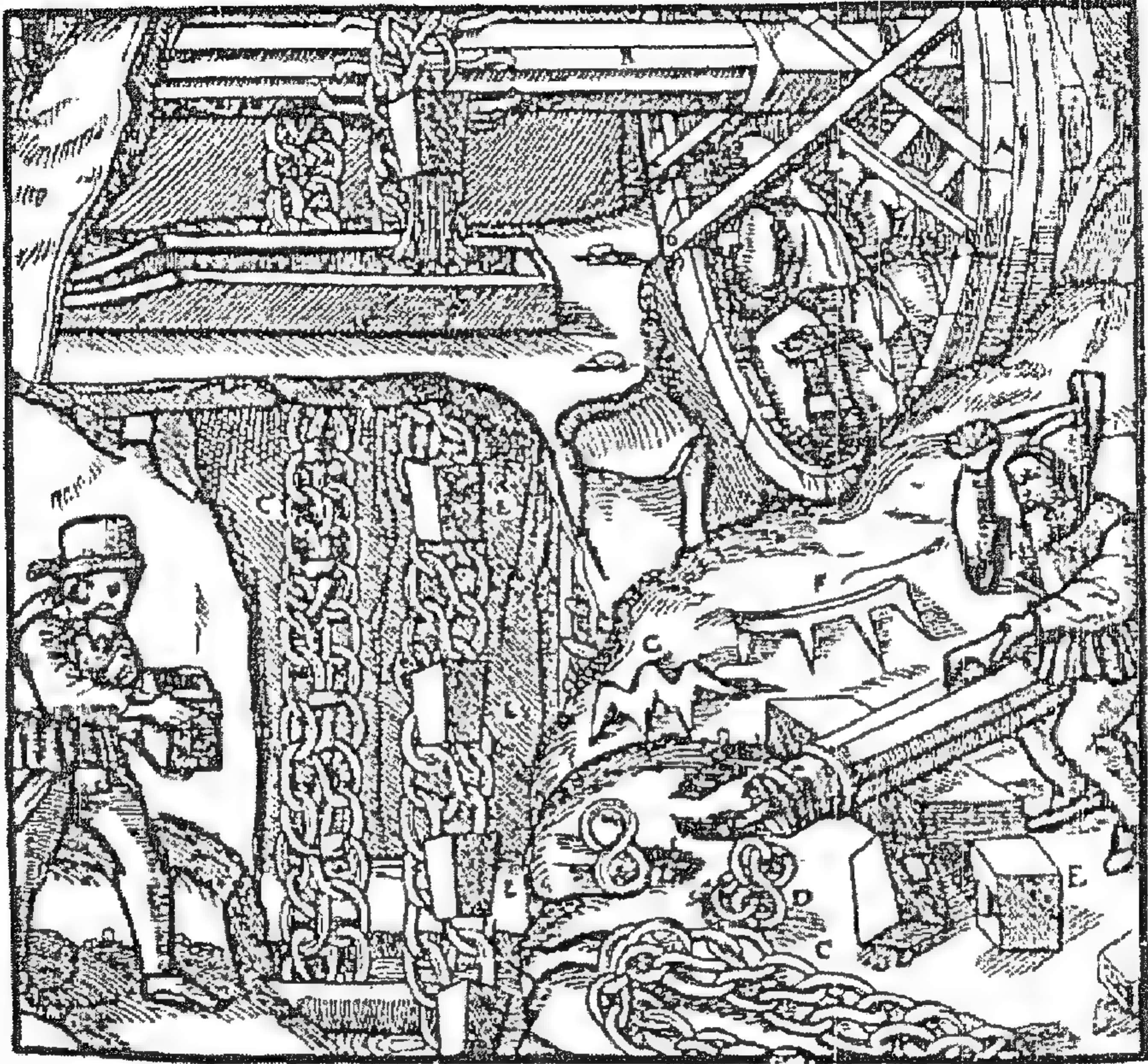
شكل 18-6











شکل 20-6

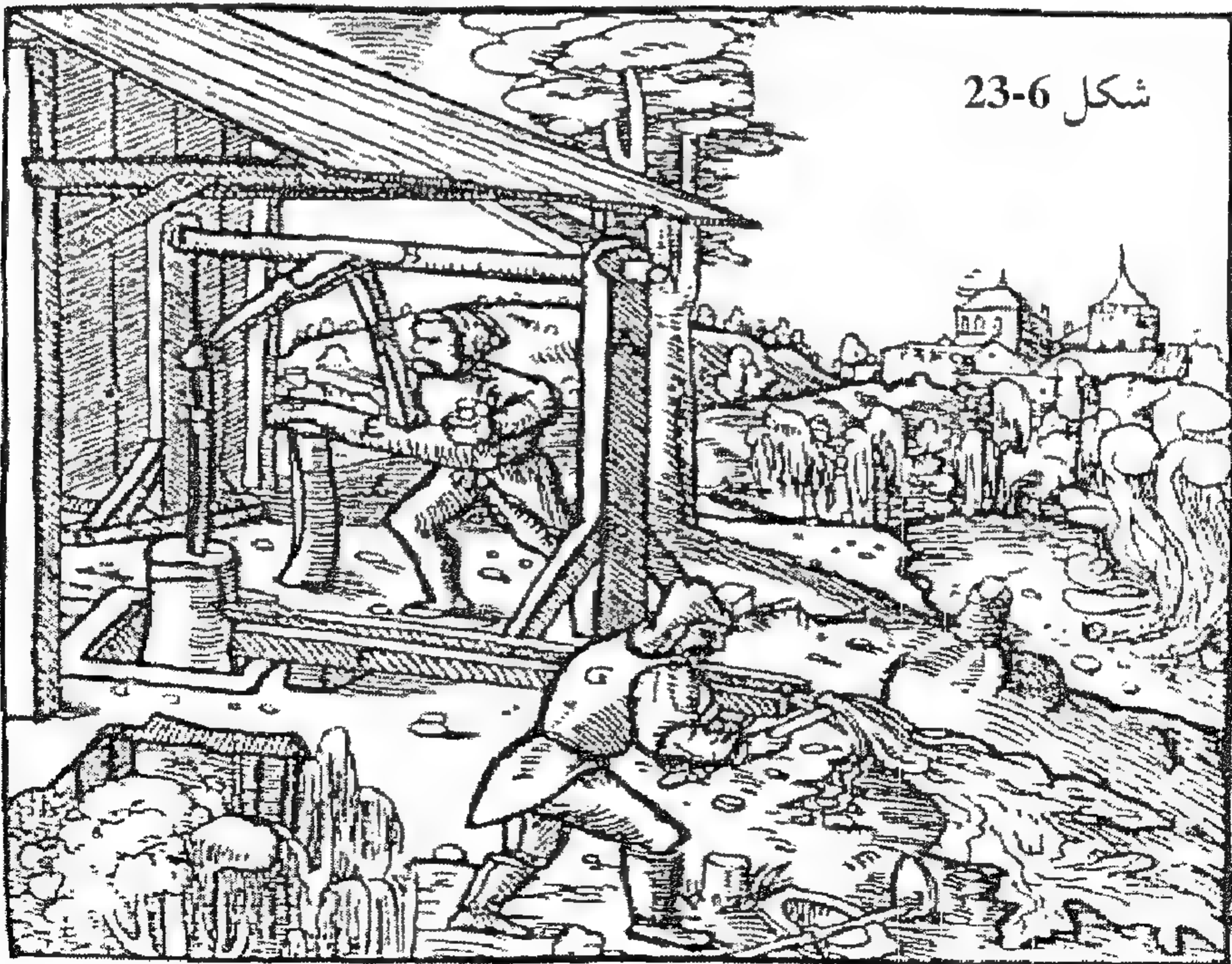
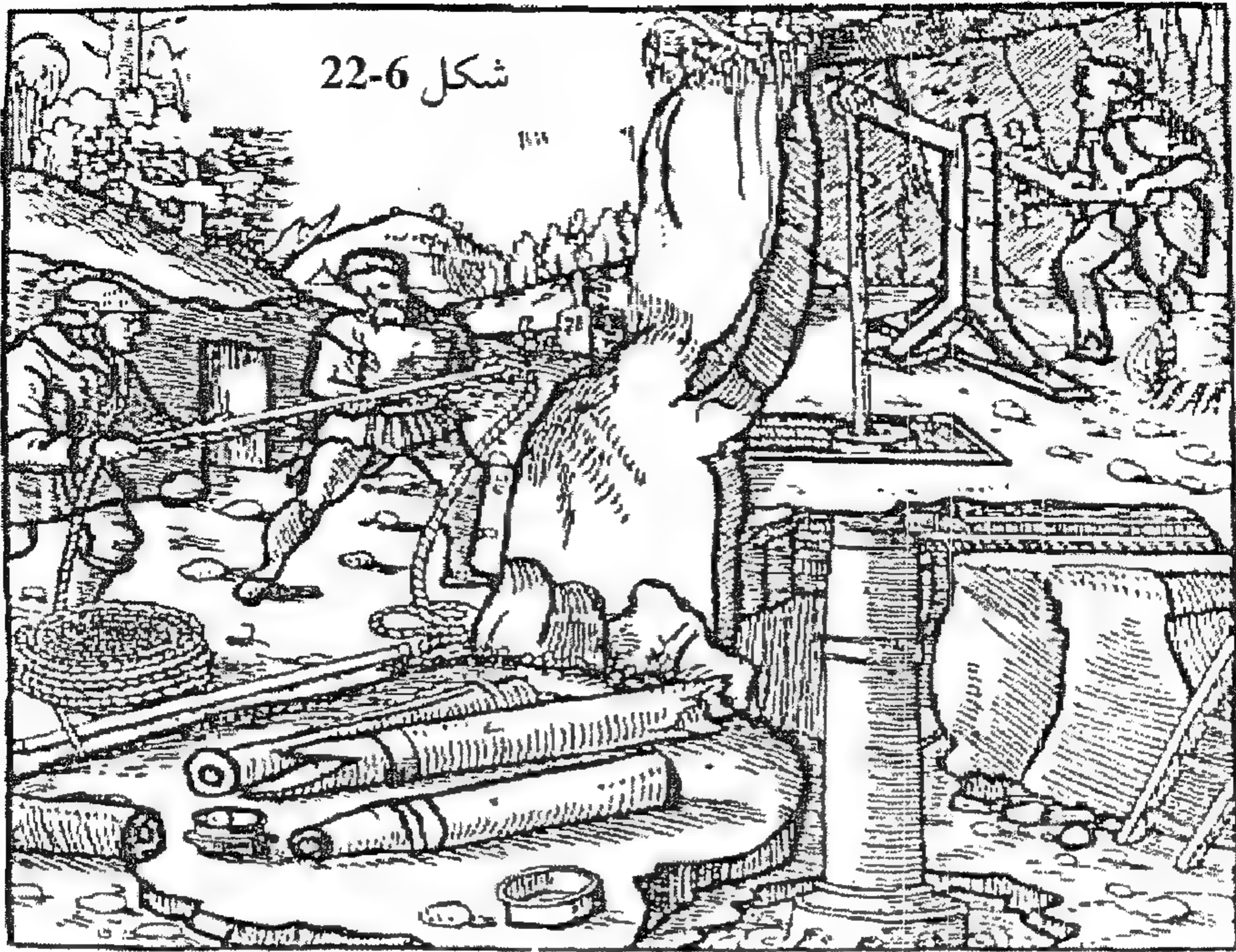




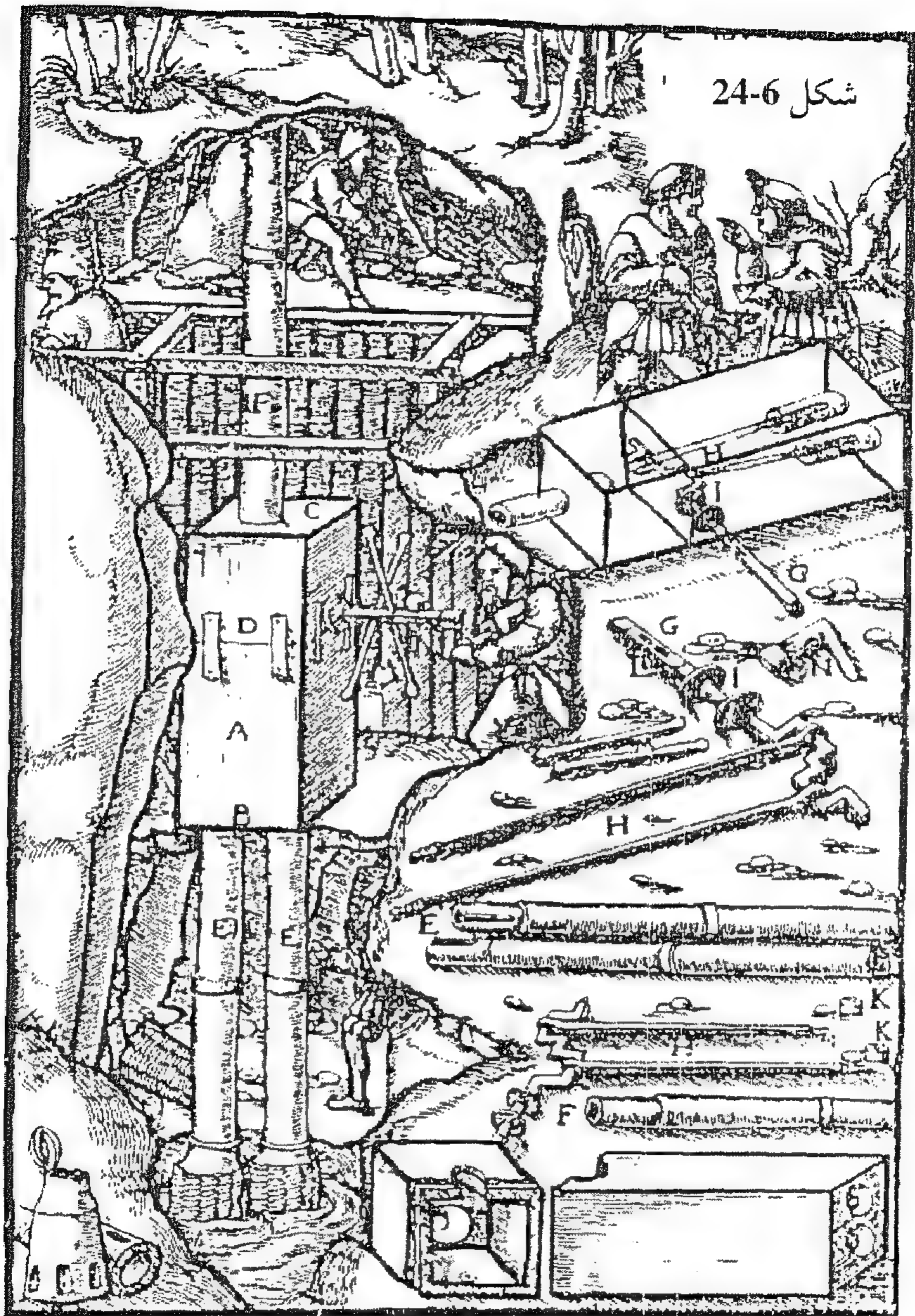
شكل 21-6



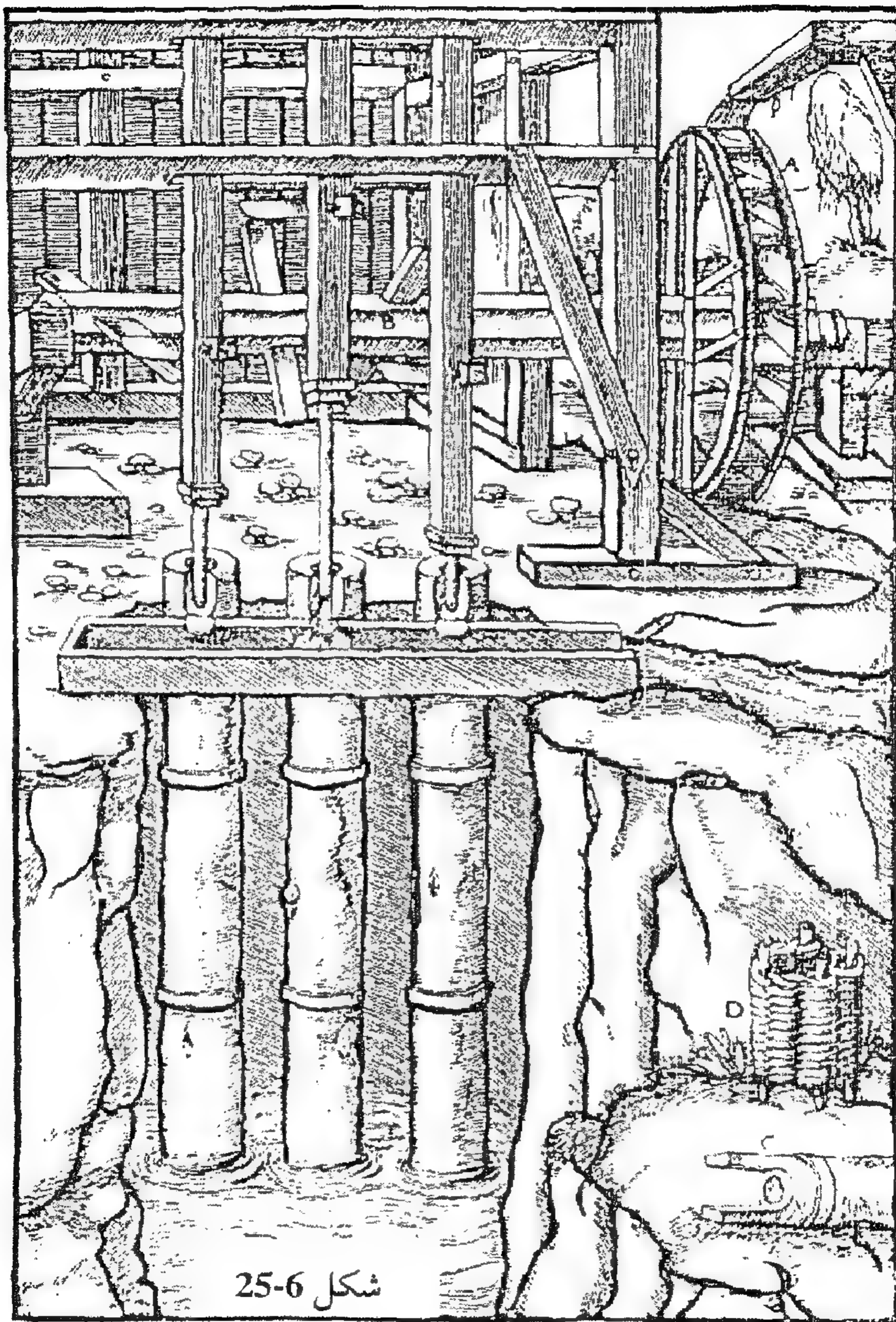








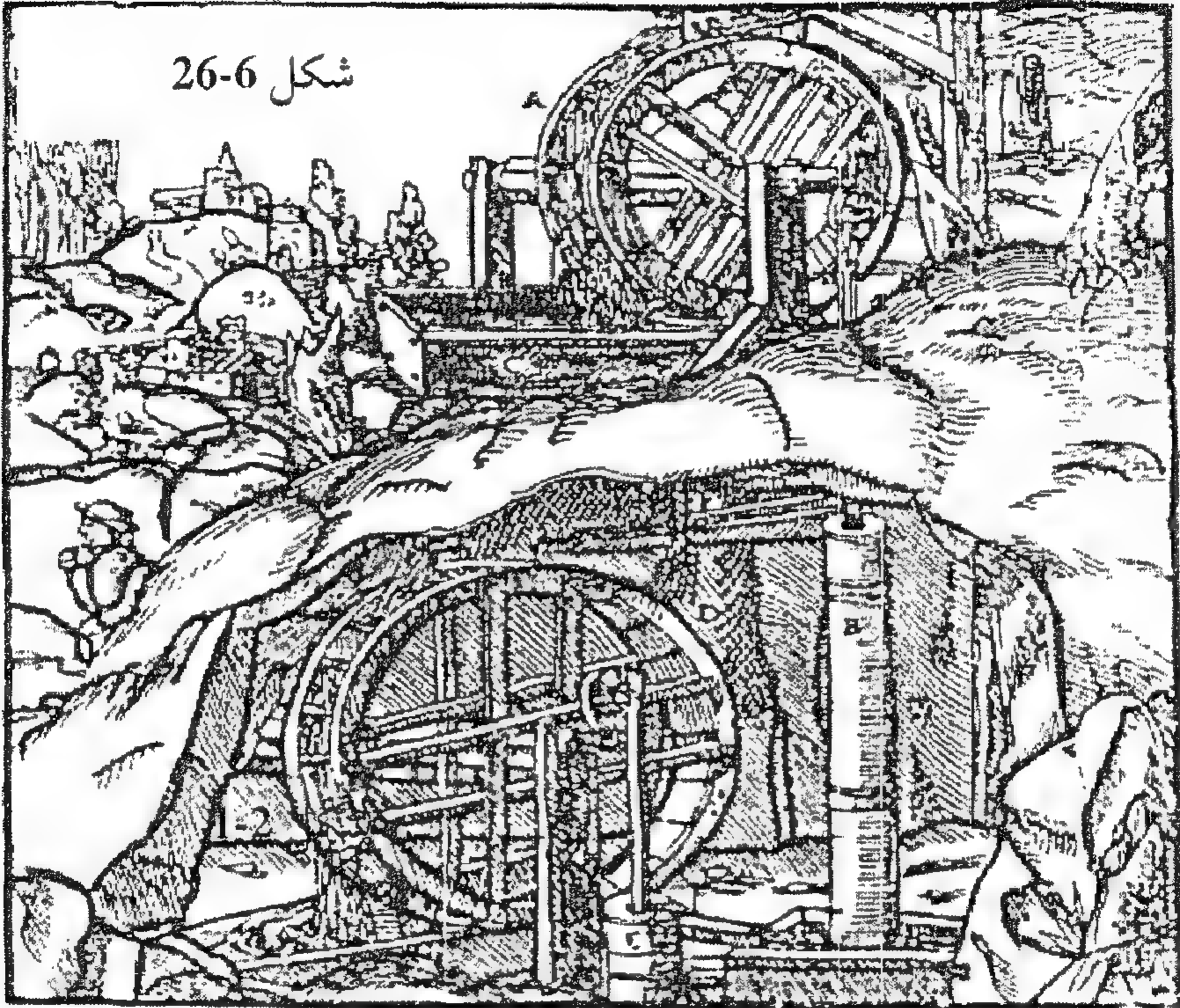




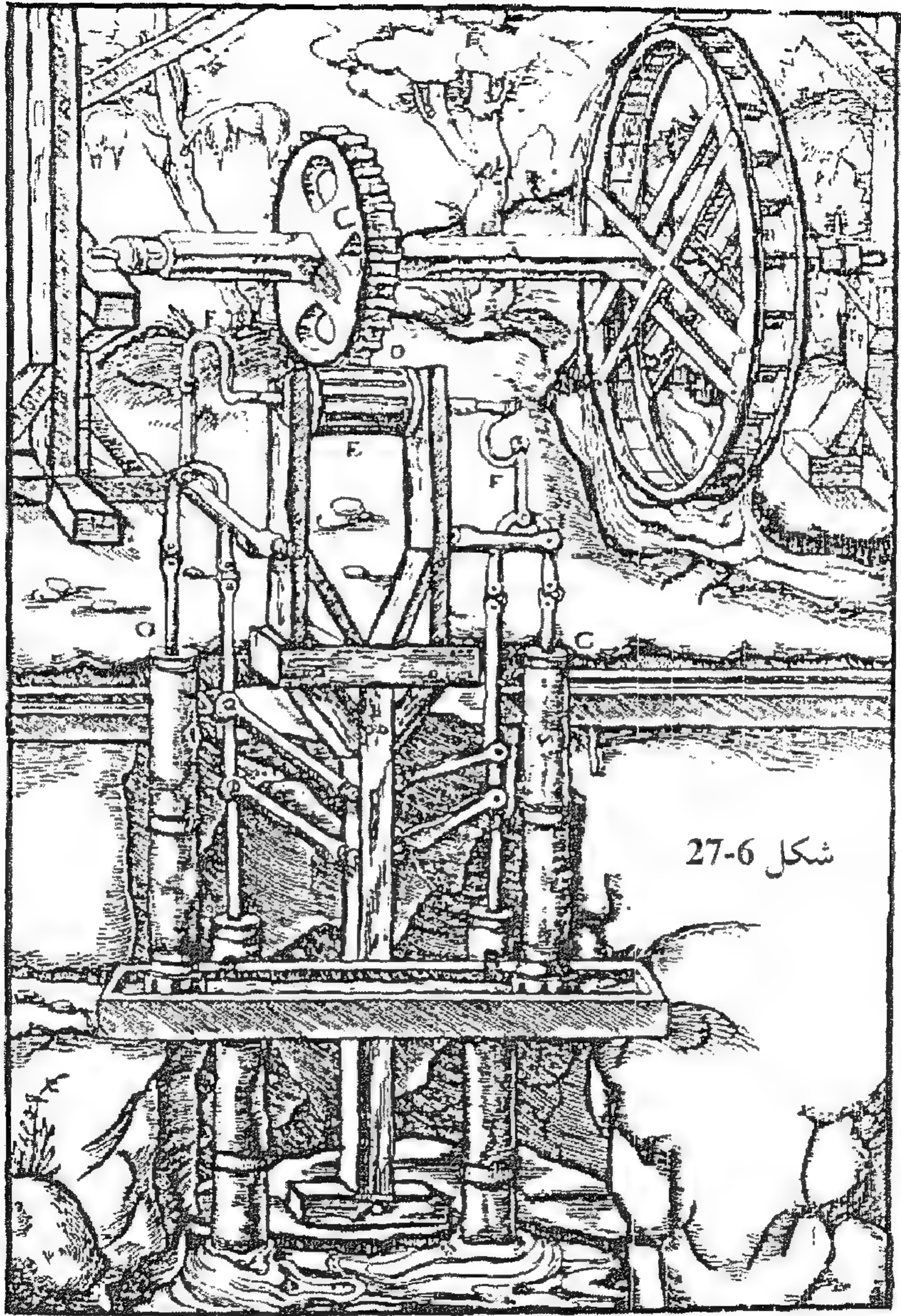
شکل 25-6







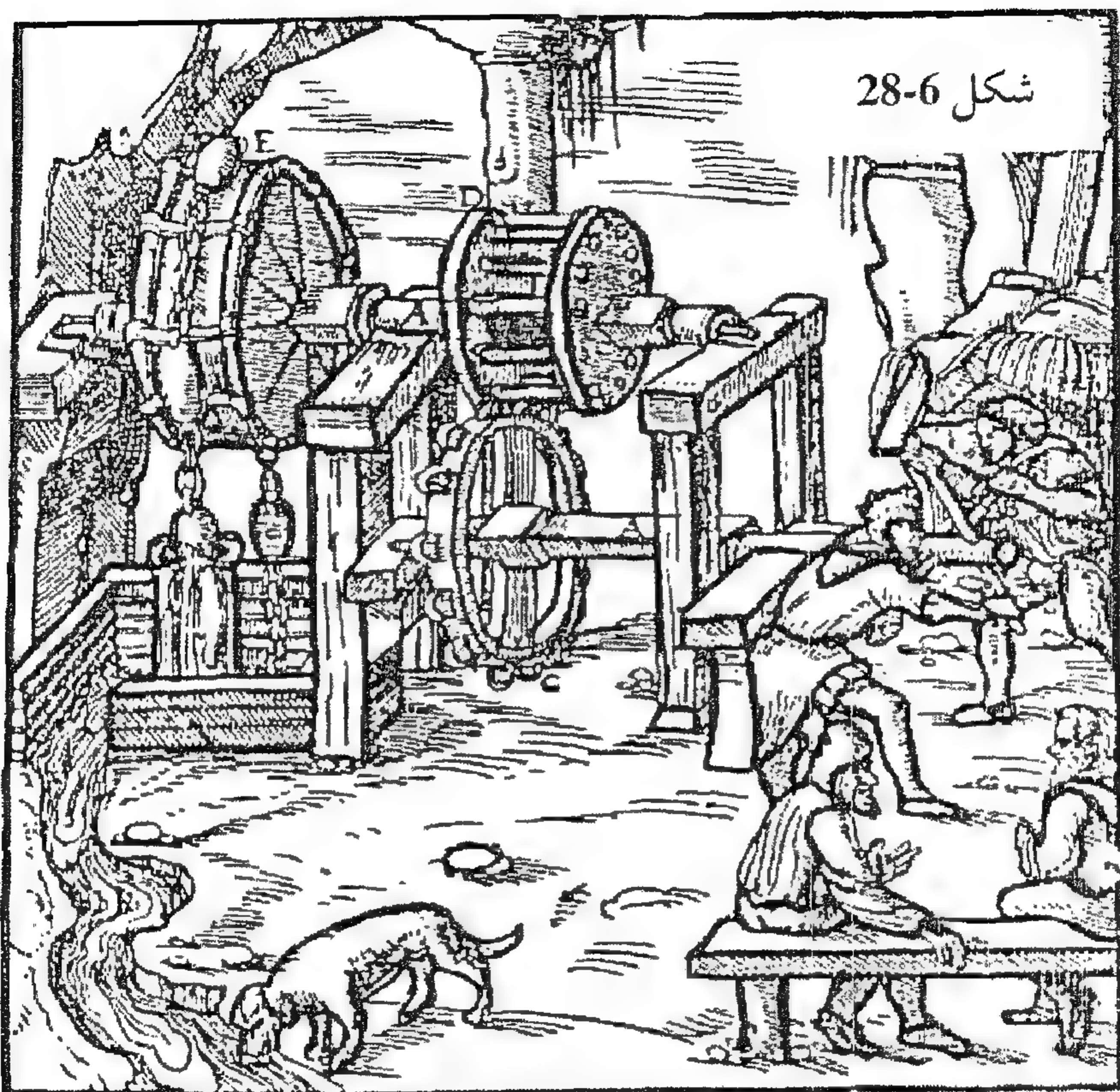


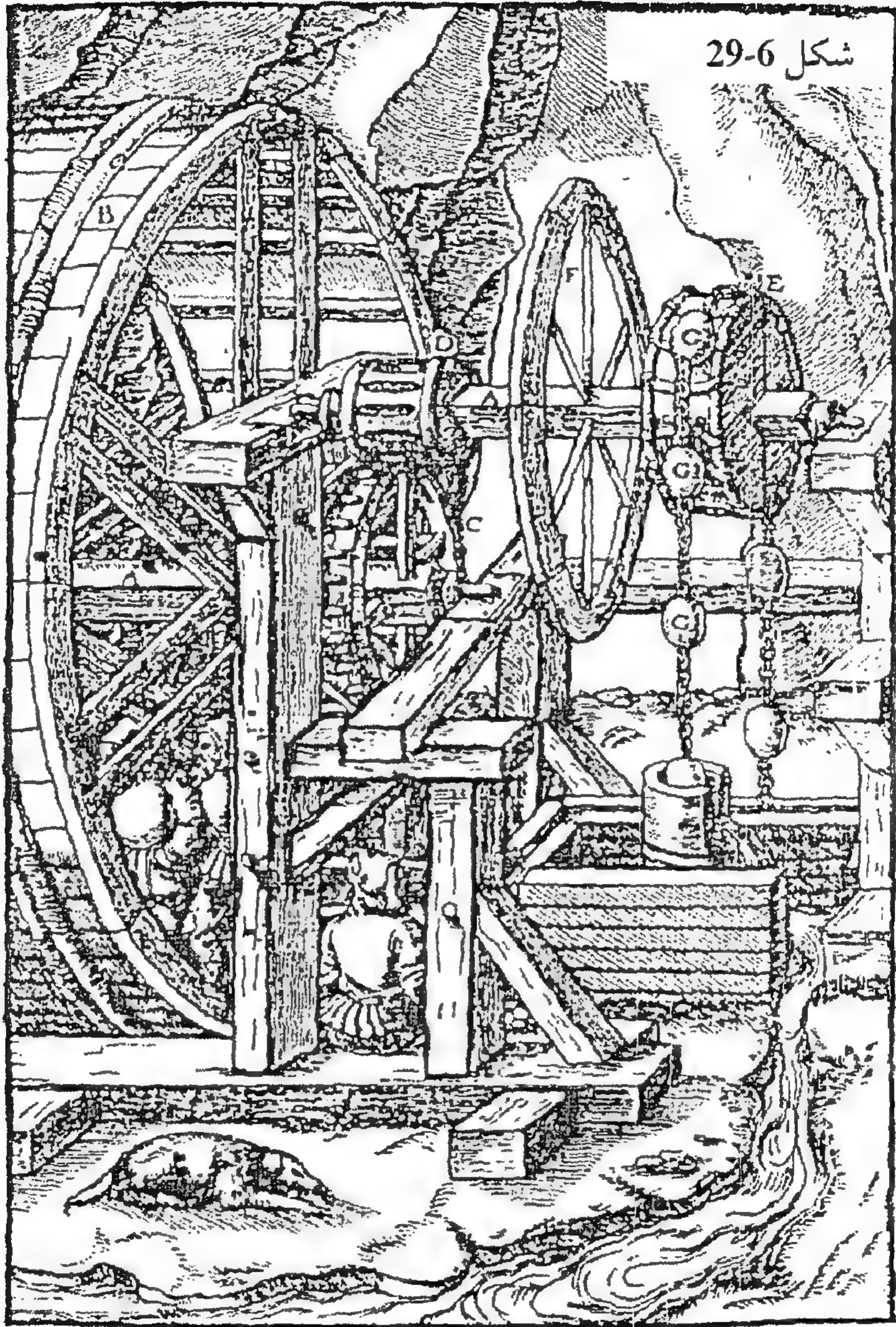


شكل 27-6

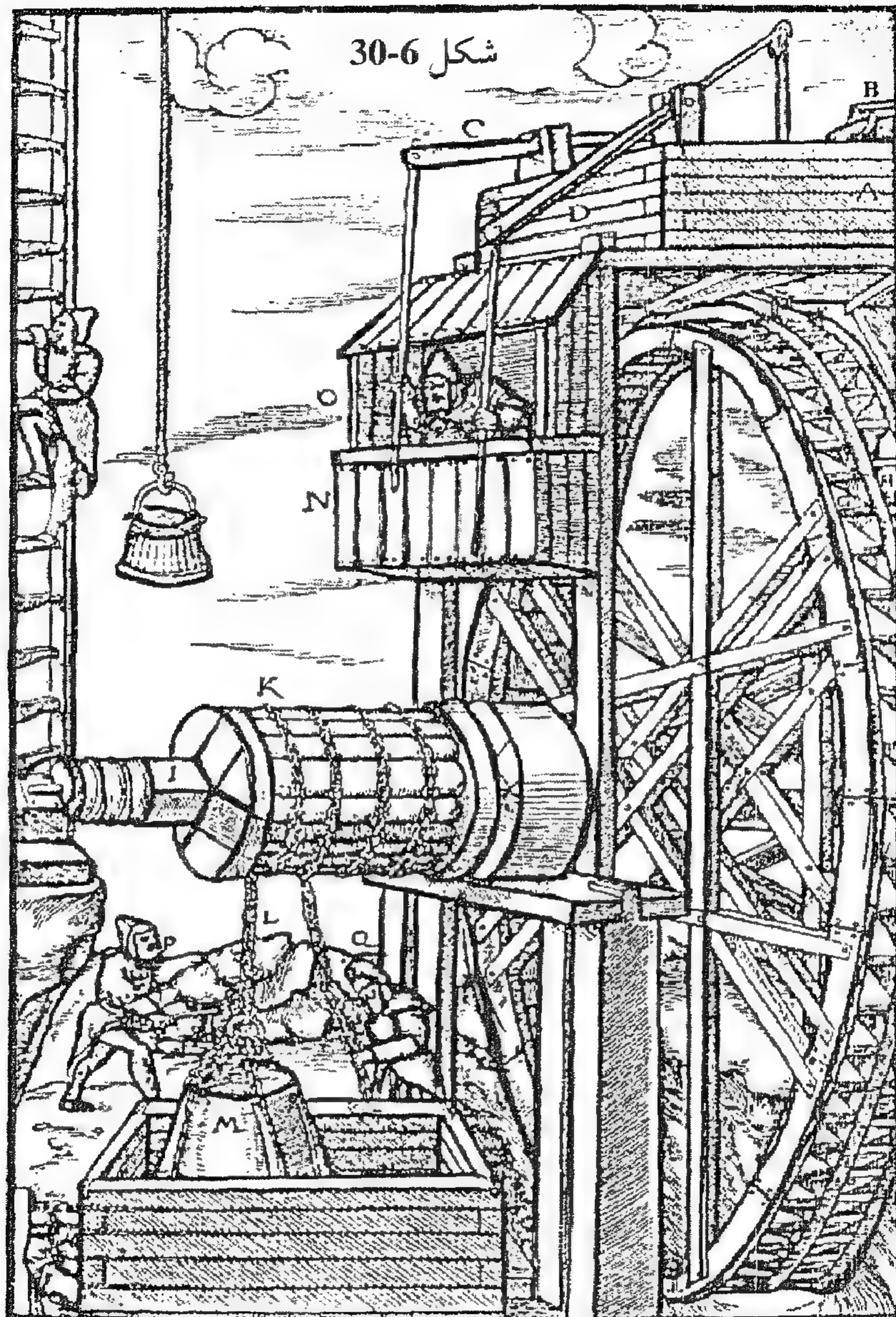




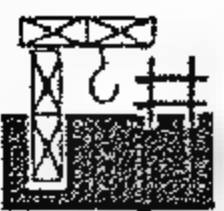
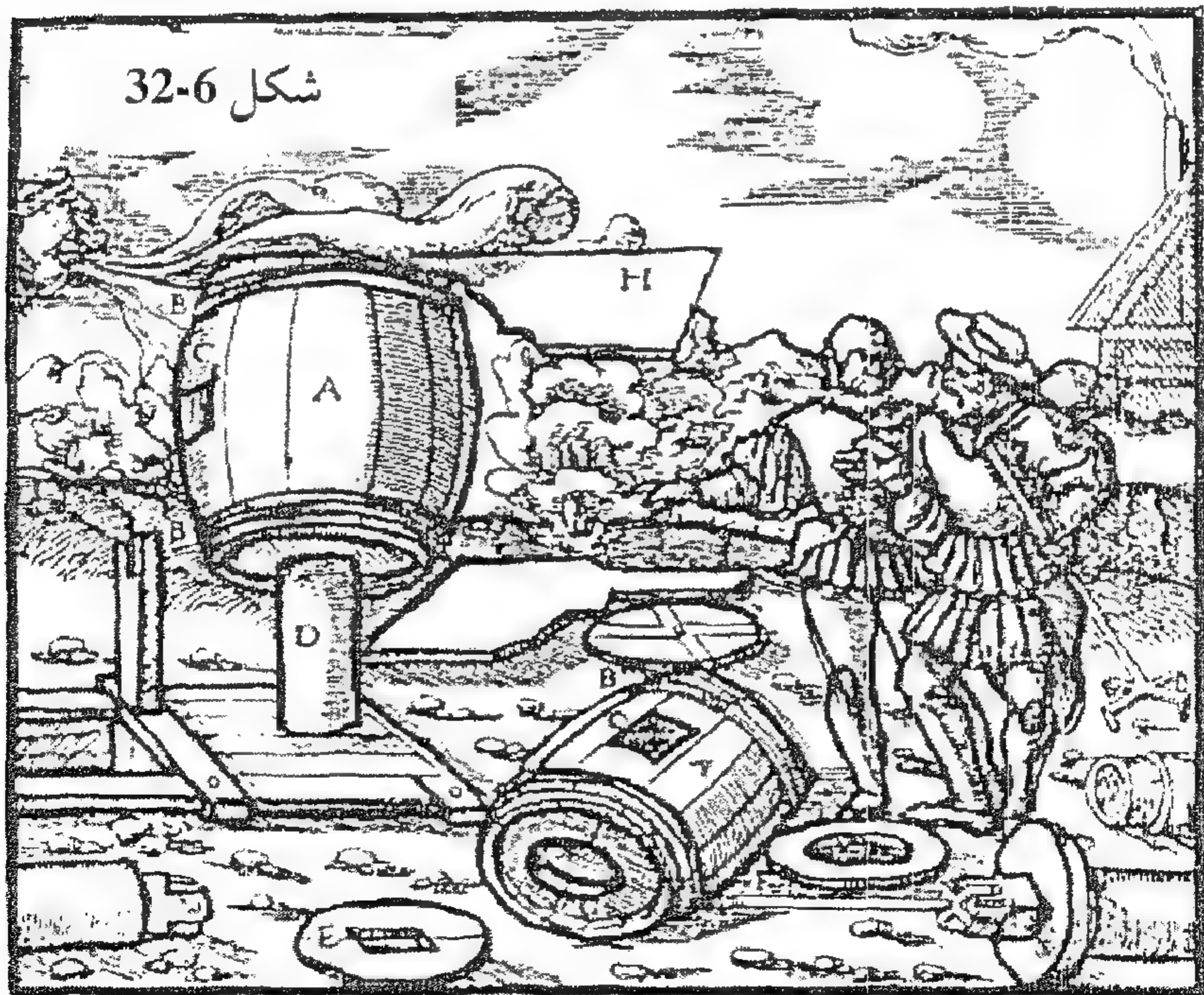
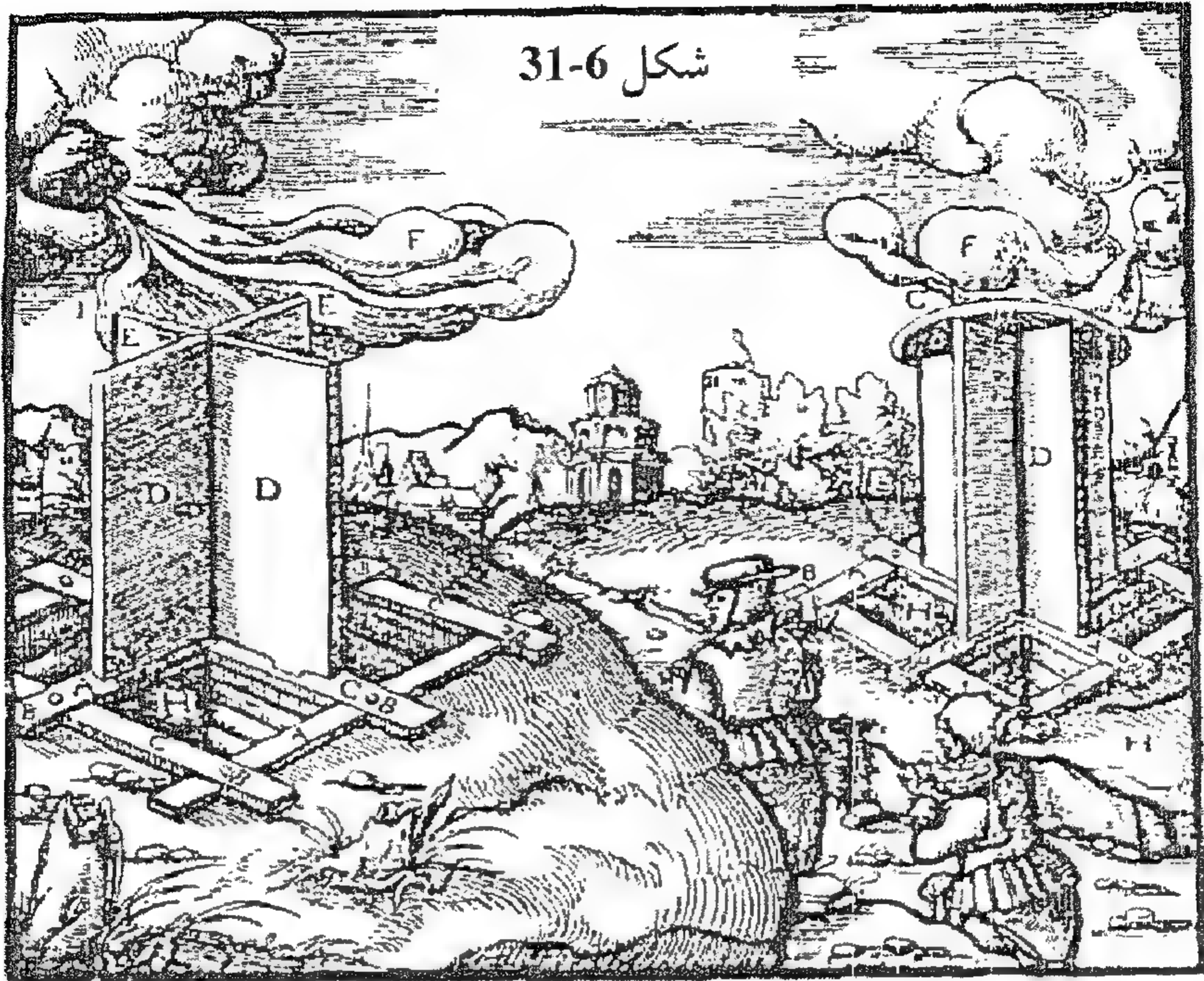




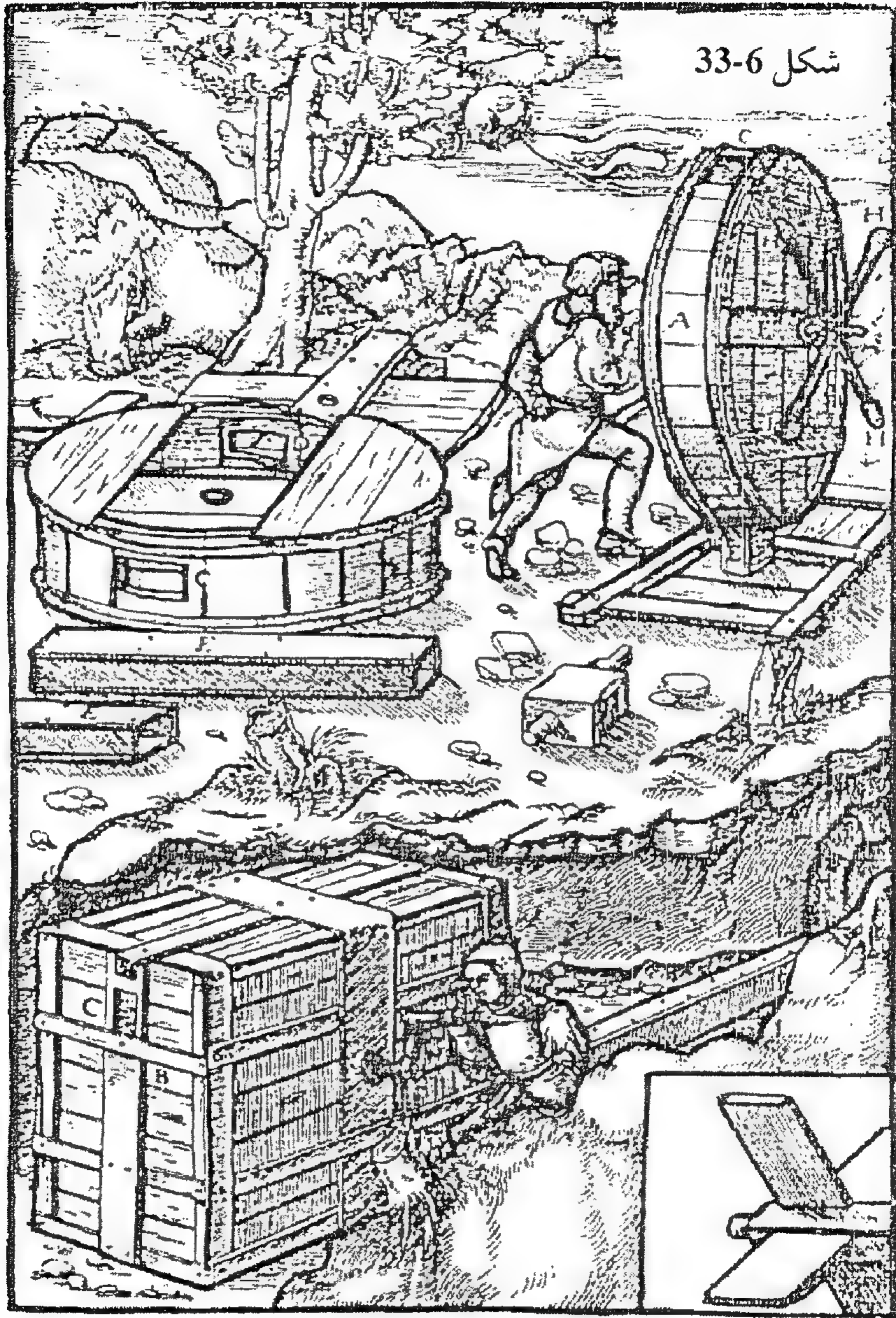




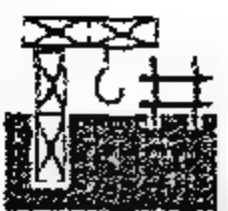
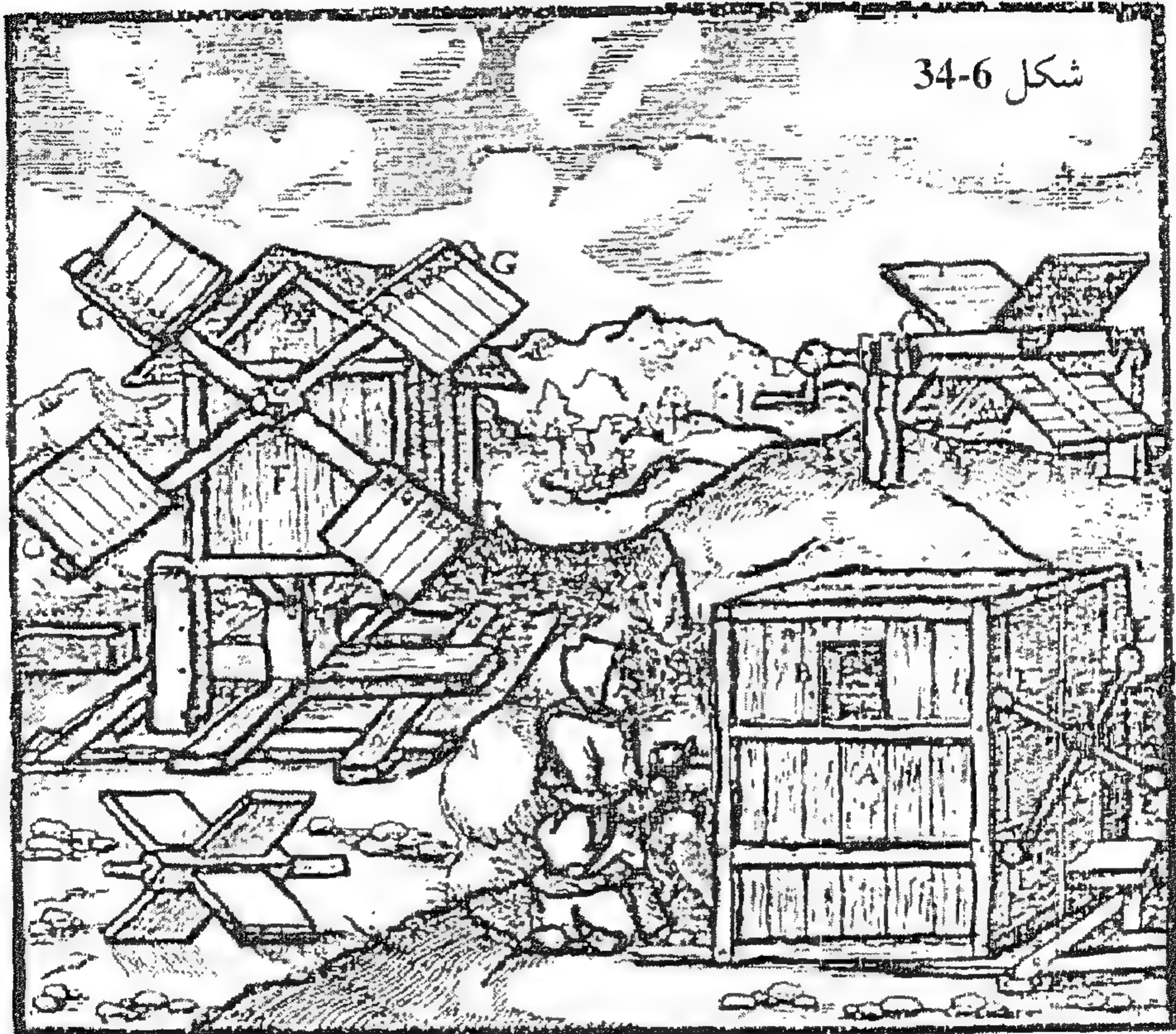




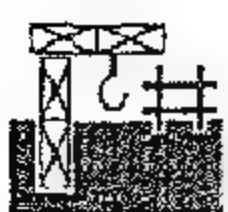
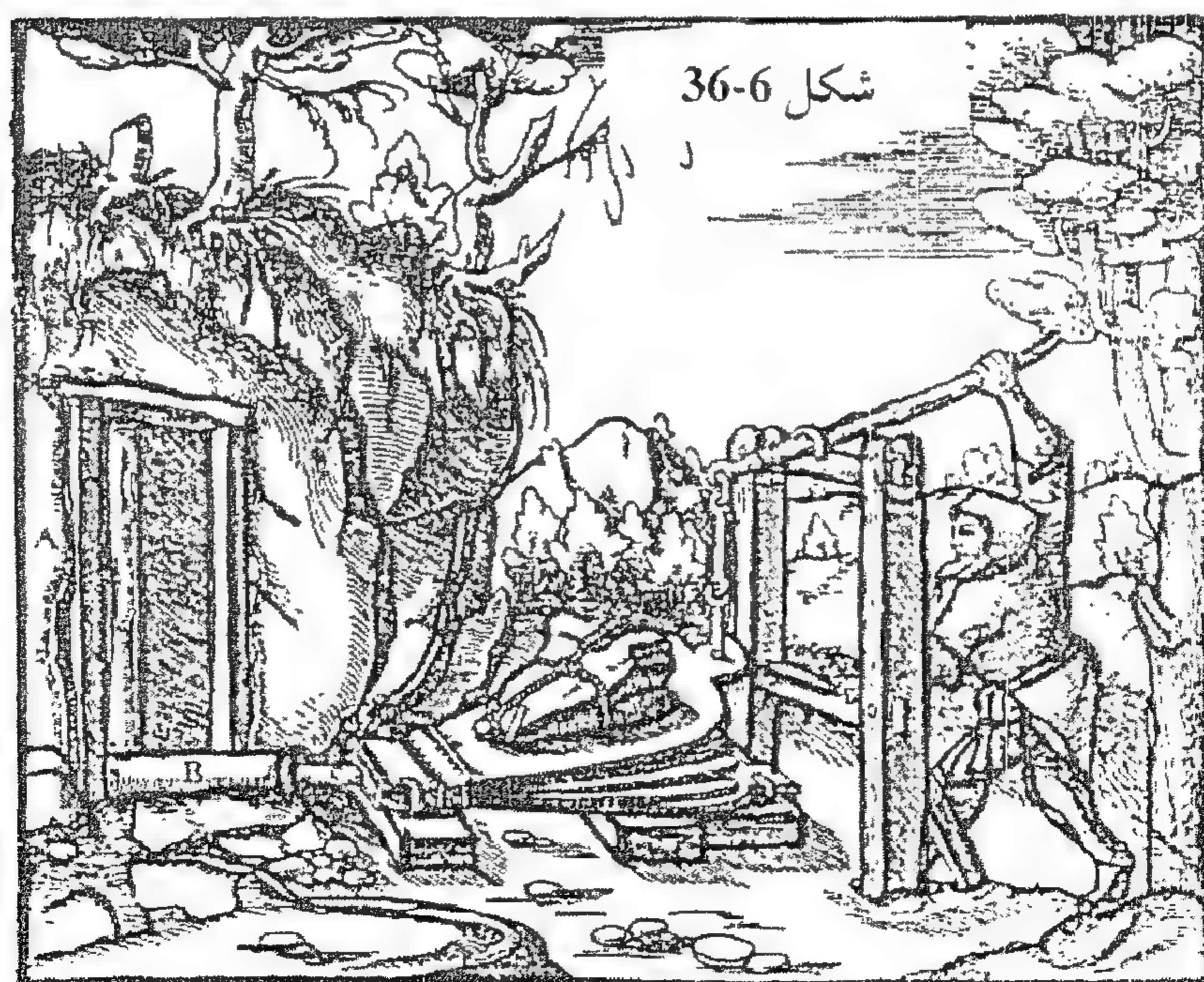
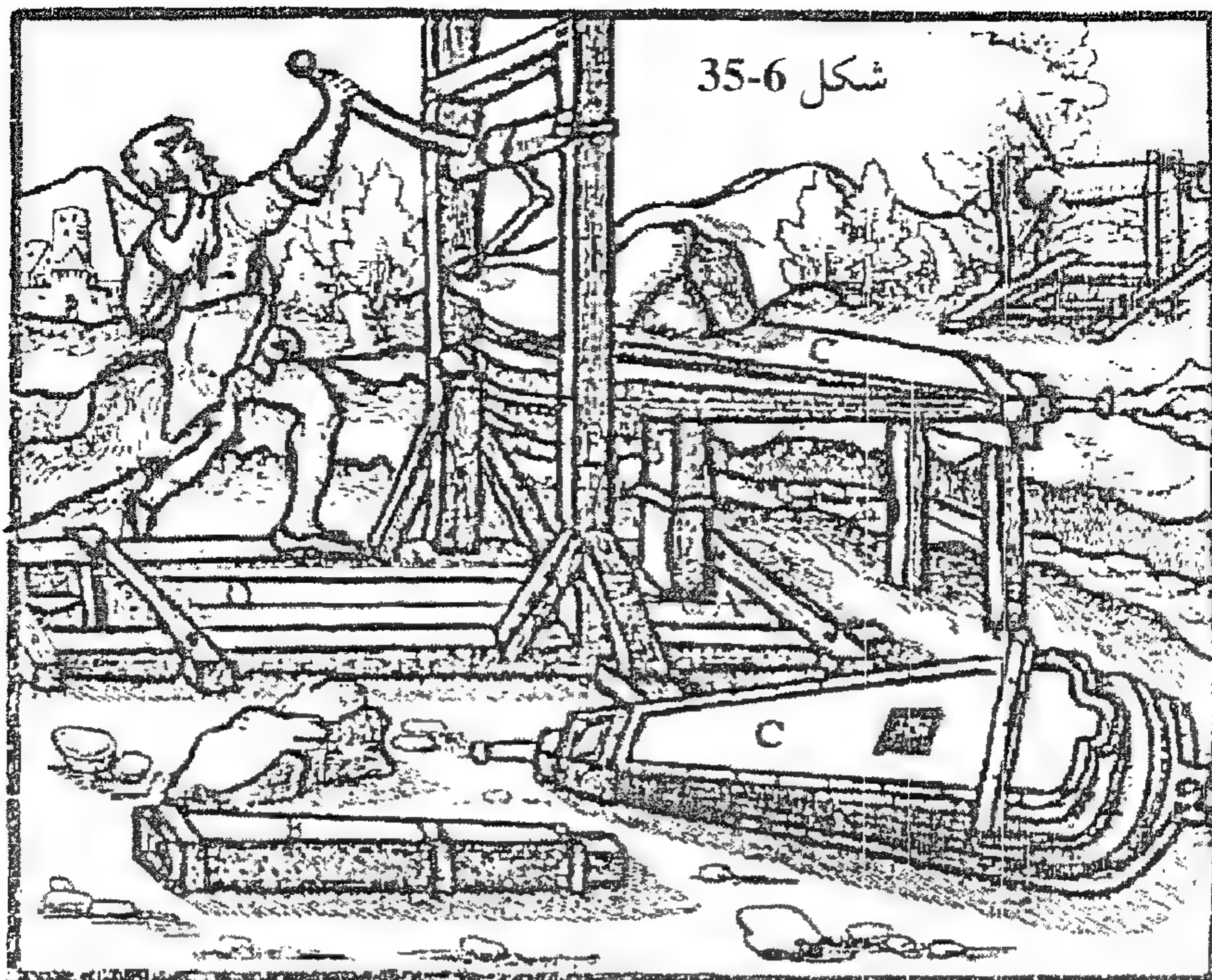




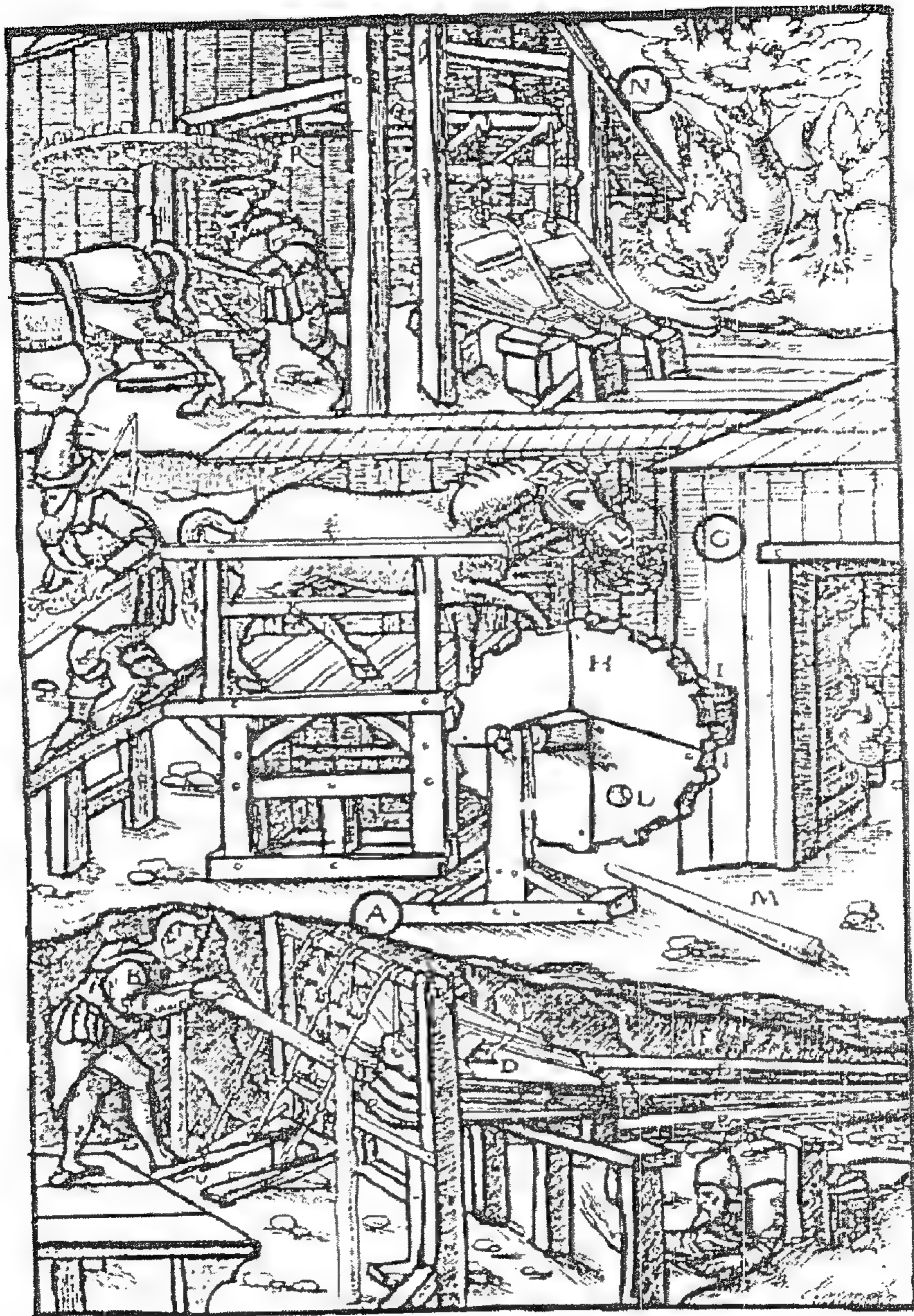








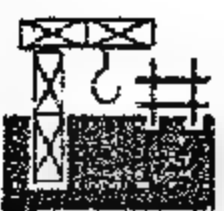




شکل 37-6



شكل 38-6



## الكتاب السابع

أتناول (أجريكولا) فى هذا الكتاب السابع أخذ عينات الخامات من عروقها أو طبقاتها، وخاصة المعدات المطلوبة لذلك. وهى عملية ضرورية حيث على أساسها يمكن بحث أفضل الطرق لتخليص الخام من الشوائب للحصول على المعدن أو الفلز المفيد وهو الهدف الأساسى من أعمال التعدين. وعلى حد علمى (أجريكولا) لم يسبق أن تناول أى من المراجع القديمة هذا الموضوع.

ويمكن للمُعدِّنين أن يتوصلوا إلى تعيين تركيب الخام وتواجدات مختلف المعادن والفلزات به عن طريق أخذ عينات لتحليلها ومعرفة نسب تواجدها وكمياتها. كما يمكنهم بذلك معرفة أماكنها وتوزيعاتها فى عروق الخام أو طبقاته. وبدون هذه العملية فإنه قد يفقد المُعدِّنون أجزاء من المعدن أو الفلز المطلوب الحصول عليه ولا يستفيد منه ملاك المنجم والمساهمون معهم.

إن تكاليف أخذ العينات، التى قد يفكر البعض فى توفيرها، هى بسيطة بالمقارنة بما قد يعود علينا من خسائر، إذا ما قمنا بدون أخذ العينات بتعدين خامات منخفضة فى درجة جودتها، ولن تعود علينا بالعائد المرجو من استخراجها ومعالجتها.

وتجرى عمليات التحليل وتجارب الاستخلاص فى أفران قد تكون صغيرة أو كبيرة حسب نوعية الفلز المفيد المراد تحليله. ونستخدم الفحم النباتى وليس الخشب فى عمليات الصهر المطلوبة. كما أن الأوانى والبواتق المستخدمة تكون إما معدنية أو خزفية. وعادة ما تجرى هذه العمليات فى أماكن مغلقة وليست مكشوفة، كما لا يسمح بدخول أفراد غير معينين مباشرة بإجراء التحليل إلى هذه الأماكن.





وأبدأ (أجريكولا) الحديد بالأفران، التي تختلف اختلافا ملحوظا سواء فى شكلها أو فى المادة المصنوعة منها. فمنها ما هو مصنوع من الحديد أو من الطوب أو من مادة طفلية. وتوضح اللوحة (شكل 7 - 1) فرنا دائرى المقطع، بينما توضح لوحة (شكل 7 - 2) فرنا ذا مقطع مستطيل. ويبلغ ارتفاع الأفران حوالى نصف ساجين أو أكثر (حوالى المتر). أما الارتفاع الداخلى لفرن من الطوب فلا يزيد عن نصف المتر والعرض حوالى 0.3 م، وكذلك العمق.

وفى حالة استخدام ألواح حديدية يراعى تغطيتها بطبقة طفلية لحمايتها من تأثير النيران المستخدمة فى الصهر، وهى عادة مزودة بثقب مناسب كما فى اللوحة (شكل 7 - 3).

وبالطبع، نحتاج لاستخدام منفاخ (B) لتنشيط الوهج المطلوب ورفع درجة الحرارة، حيث يوجه اللهب إلى البوتقة الحديدية (A)، وذلك بلوحة (شكل 7 - 4)، وهى توضح معالجة خامات النحاس، الذى ينفصل منصهرا بفعل الحرارة.

ولتصنيع الأفران الطفلية تستخدم نوعيات معينة من الطفلات، التى تصبح صلبة إلى درجة كبيرة بعد حرقها وتجفيفها. واللوحان (شكل 7 - 5) و(شكل 7 - 6) تبيان بعض البواتق الطفلية (الخزفية) بالإضافة إلى أدوات الطحن والطرق المستخدمة لإدخال العينات إلى الأفران ولطحنها، وهى بأشكال عديدة موضحة باللوحتين.

ويجرى تجهيز العينات ومعالجتها، تمهيدا لإجراء التحليل المطلوب بالحرق المباشر وغير المباشر والطحن والغسيل وغير ذلك، مع مراعاة الوزن قبل كل عملية وبعدها والتجفيف عند الضرورة.



ولا ينصح بالحرق أو الغسيل بالنسبة للخامات المرتفعة في درجة جودتها، ولكن يُكتفى برفع درجة الحرارة بطريقة غير مباشرة أثناء عمليات المعالجة والتحليل. وكثيراً ما يضيف المُعدّنون مواد معينة إلى الخام أثناء إجراء التحليل، وذلك كعوامل مساعدة، وبعضها قد يتفاعل مع الخام. وهنا يجب ملاحظة أن بعض الفلزات المتواجدة قد يتم تدميرها كليةً، أو قد تتصاعد مع دخان الحريق أثناء المعالجة. وخير مثال على ذلك خامات الرصاص المحبب أو خامات الرصاص بصفة عامة.

كما قد تضاف أملاح معينة أثناء المعالجة والتحليل، بل وقد يضاف الرصاص والنحاس. وعلى القائمين بالتحليل أن يراعوا أن لا تكون تلك الإضافات باهظة التكاليف، ولديهم خبرات واسعة في التعرف على تركيب الصخر أو الخام بالتقريب، بمجرد النظر إلى ألوان الدخان المتصاعد أثناء المعالجة.

وفي بعض الحالات تضاف أملاح صناعية معروفة التركيب أثناء المعالجة والتحليل، ومنها أملاح البوتاسيوم، ويجب في هذه الحالة مراعاة الأوزان المستخدمة عند حساب النتائج النهائية لعملية التحليل بطريقة اتزان المواد. كما يستخدم البعض خيوطاً من الصوف وأملاح التترات، بل وخبث الحديد وغير ذلك.

وتبين اللوحة (شكل 7 - 7) بعض الأدوات المستخدمة في المعالجة والتحليل، وعادة تجرى عمليات التحليل على ثلاث عينات من نفس الخام بإجراء نفس الخطوات في نفس الوقت، للتأكد من صحة النتائج وتطابقها. ويجب على القائمين بالتحليل النظر إلى خطوات العملية من خلال فتحة خاصة في حاجز خشبي بسمك حوالي 14 سنتيمتراً، وذلك للوقاية من خطر إصابة عيونهم بالالتهابات نتيجة لتصاعد الغازات والأدخنة أثناء التفاعلات الجارية في العينات.





أما بالنسبة لخامات الذهب عند تحليلها، فعادة نستخدم حوالى ستين جراماً من الرصاص الثقيل لكل سنتنر (47 كيلوجراماً) من الخام مع التسخين، وقد تضاف أملاح طبيعية أو صناعية حتى تنقية الخام من الخبث المختلط به. ويمكن التعرف على درجة نقاوة الذهب وزيادتها بإعادة التجارب أكثر من مرة، حتى نصل إلى ذهب لا يتغير لونه من تجربة لأخرى.

وهناك طريقة أخرى لتقييم الرمال المحتوية على الذهب بدون استخدام الحرارة المباشرة، وذلك بخلط العينة بالمياه والتسخين حتى تصاعد رائحة معينة ثم يتم الخلط (بضعف الحجم الابتدائي) مع الزئبق ثم تضاف مياه ساخنة أو دافئة ثم مياه باردة. وفي هذه الحالة يعلق الذهب بالزئبق ثم يتم فصل الذهب من مملغم الزئبق والذهب باستخدام أنسجة من القماش أو الجلد الرقيق الذى يفصل الزئبق ويتبقى الذهب الذى يعالج بالفحم لضمان نقاوته. كما قد تستخدم بعض الأحماض بدلاً من المياه. ويمكن أيضاً فصل الذهب من المملغم بدون استخدام النسيج، ولكن يوضع الخليط فى وعاء خزفى مع التسخين البطيء وسحب الزئبق المنفصل لاستخدامه مرة أخرى.

ولخام الفضة المرتفع فى درجة جودته ألوان متعددة، سواء أكان لون الفضة المعروف بلمعانه أو بلون الرصاص الغامق أو باللون الأحمر أو الأصفر. وتبدأ المعالجة بتنظيف الخام ثم تسخينه مع إضافة حوالى 30 جراماً فقط من الرصاص، ويراعى عدم زيادة كمية الرصاص. أما خامات الفضة المنخفضة فى درجة جودتها، فإنه يجرى تجفيفها ثم إضافة نفس كمية الرصاص مع التسخين فى هذه الحالة إلى ما قبل الانصهار، ثم يستمر التسخين حتى انفصال الخبث. كما يمكن الإسراع بالعملية بتقليب الخليط بقضيب حديدى، وبمجرد التبريد والتجمد يتم التنظيف من الخبث حتى خروج الرصاص تماماً.



ولا يستخدم الرصاص مع خامات النحاس، بل يتم تسخين الخام بنار قوية لمدة ست إلى ثمان ساعات ثم التبريد والغسيل يليهما التجفيف. ويلاحظ أنه قد يكون هناك بعض الفضة المحتواة في خام النحاس، فتجرى المعالجة بإضافة أكسيد الرصاص الأصفر، ويوضع الخليط في الفرن مع التسخين حتى ينفصل الخبث، مع تكرار العملية لأكثر من مرة. وللحصول على الفضة المصاحبة لخام النحاس قد يضاف قليل من الرصاص بطريقة أخرى.

وبالنسبة لخامات الرصاص يستخدم ما يعرف باسم (حجر الرصاص) مع مركبات الفحم. وبمجرد الانصهار يسحب الفحم ويطرسب الرصاص في القاع. وقد تحتوى خامات الرصاص على بعض الفضة.

وعادة ما نستخدم المغناطيس لاختبار خامات الحديد بعد تسخينها وطحنها وغسلها ثم تجفيفها، وذلك بدفع مغناطيس داخل العينة، الذي يجتذب الحديد في حالة تواجده في العينة ويجمع في بوتقة خاصة مع التترات. وبقدر تواجد الحديد وبعض مركباته كمعدن الماجنتيت في العينة، بقدر انجذاب كميات منه للمغناطيس المستخدم.

ويمكن اعتبار الذهب والفضة فقط فلزين ثمينين، وأى فلز آخر يعتبر فلزاً غير ثمين، وهناك عدة طرق لفصل الذهب والفضة عن غيرهما من الفلزات. ولقد قام الأقدمون بفصل الذهب فقط، بينما يمكننا زيادة ربحية التشغيل بالحصول عليهما معا بالإضافة إلى فلزات أخرى كالنحاس وغيره. ويتم الفصل على مراحل من شرائح، لوحة (شكل 7 - 8) وهى مرقمة ثم معرفة نسبة كل فلز بالشريحة. وتعتبر النسبة 100٪ هى (24 قيراط). ويبين الجدول التالى نتائج التحليل بالنسبة لفلزات الذهب والفضة والنحاس فى مجموعة من الشرائح بالأرقام من (1) حتى (13) إلى أن نصل إلى الذهب الصافى (24 قيراطاً) فى الشريحة رقم (13) بالجدول فيما يلى:



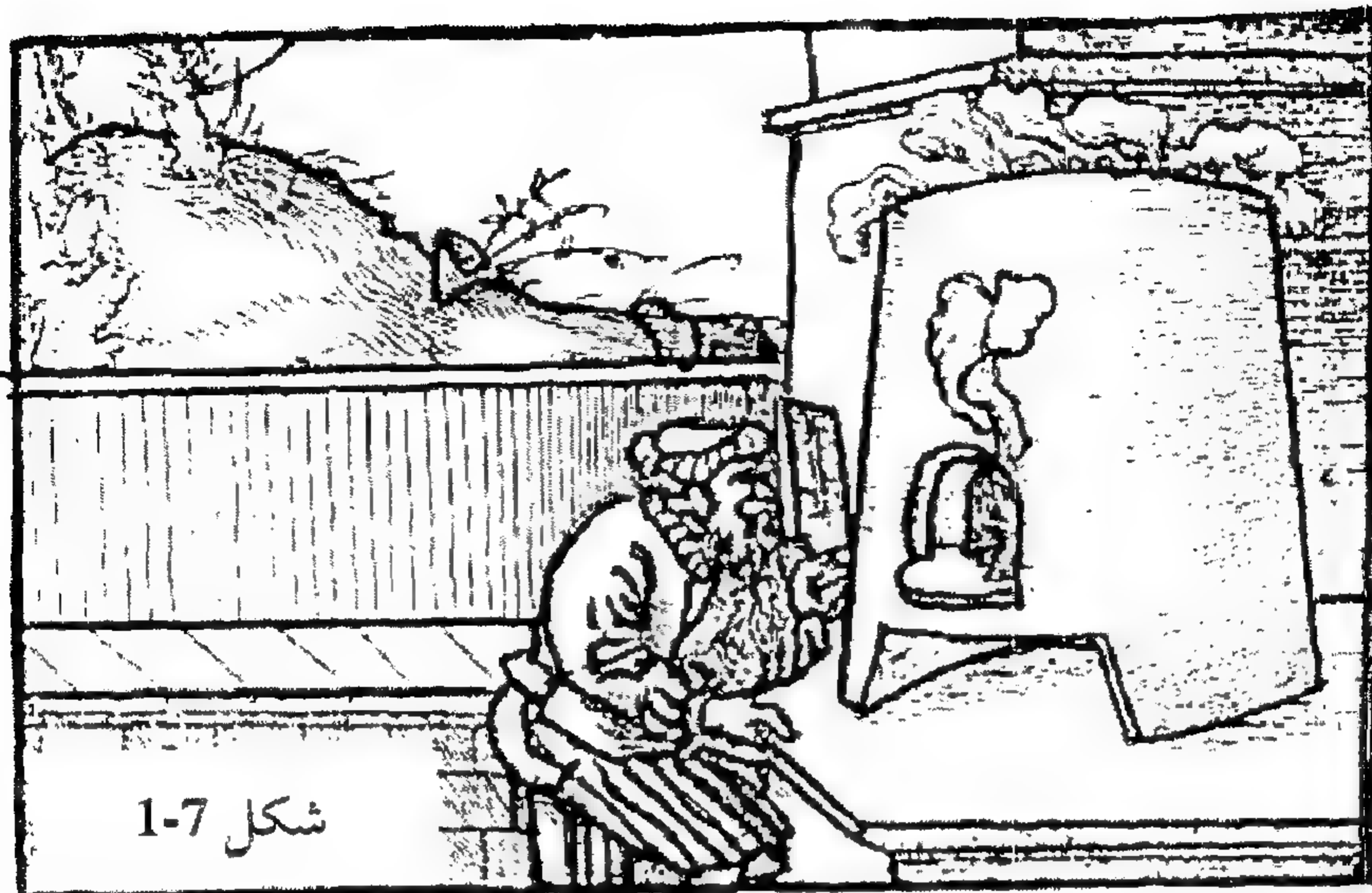


رقم الشريحة	نسب بالقيراط			رقم الشريحة	نسب بالقيراط		
	ذهب	فضة	نحاس		ذهب	فضة	نحاس
1	12	6	6	8	19	2.5	2.5
2	13	5.5	5.5	9	20	2	2
3	14	5	5	10	21	1.5	1.5
4	15	4.5	4.5	11	22	1	1
5	16	4	4	12	23	0.5	0.5
6	17	3.5	3.5	13	24	-	-
7	18	3	3	-	ذهب صافى	-	-

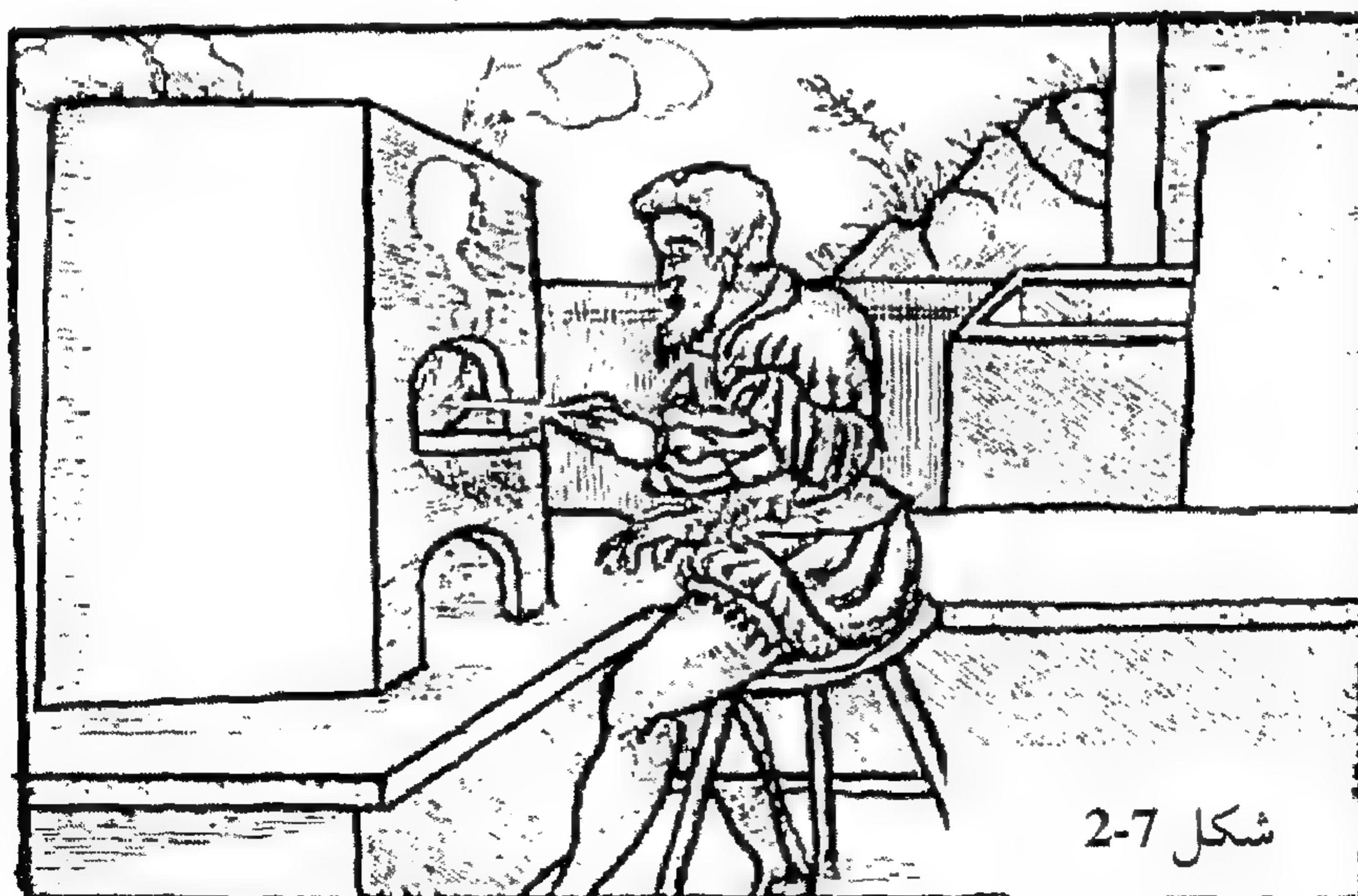
ومثل هذه التحاليل تجرى بعد كل خطوة من خطوات التنقية إلى أن نصل إلى الذهب الصافى (24 قيراط).

وتجرى أيضاً هذه التحاليل بالقيراط بالنسبة للشرائط التى تسك منها العملات الفلزية (ويقال عنها المعدنية) لمعرفة محتواها بالقيراط أيضاً. ولمعرفة الأوزان تستخدم وحدات وزن (سنج) دقيقة للغاية، تبين بعضاً منها اللوحة (شكل 7 - 9) وهى منسوبة إلى وحدة القيراط. وعادة تجرى عملية الوزن على مرتين كما باللوحة (شكل 7 - 10)، وبها الميزان (A) للوزنة الأولى، والميزان (B) للوزنة الثانية. أما الوزنة الثالثة النهائية الأكثر دقة فتتم فى ميزان دقيق داخل كابينة مقفلة للتغلب على أية تأثيرات لتيارات هوائية قد تؤثر على درجة دقة الميزان، وهو بالرمز (C) فى نفس اللوحة.



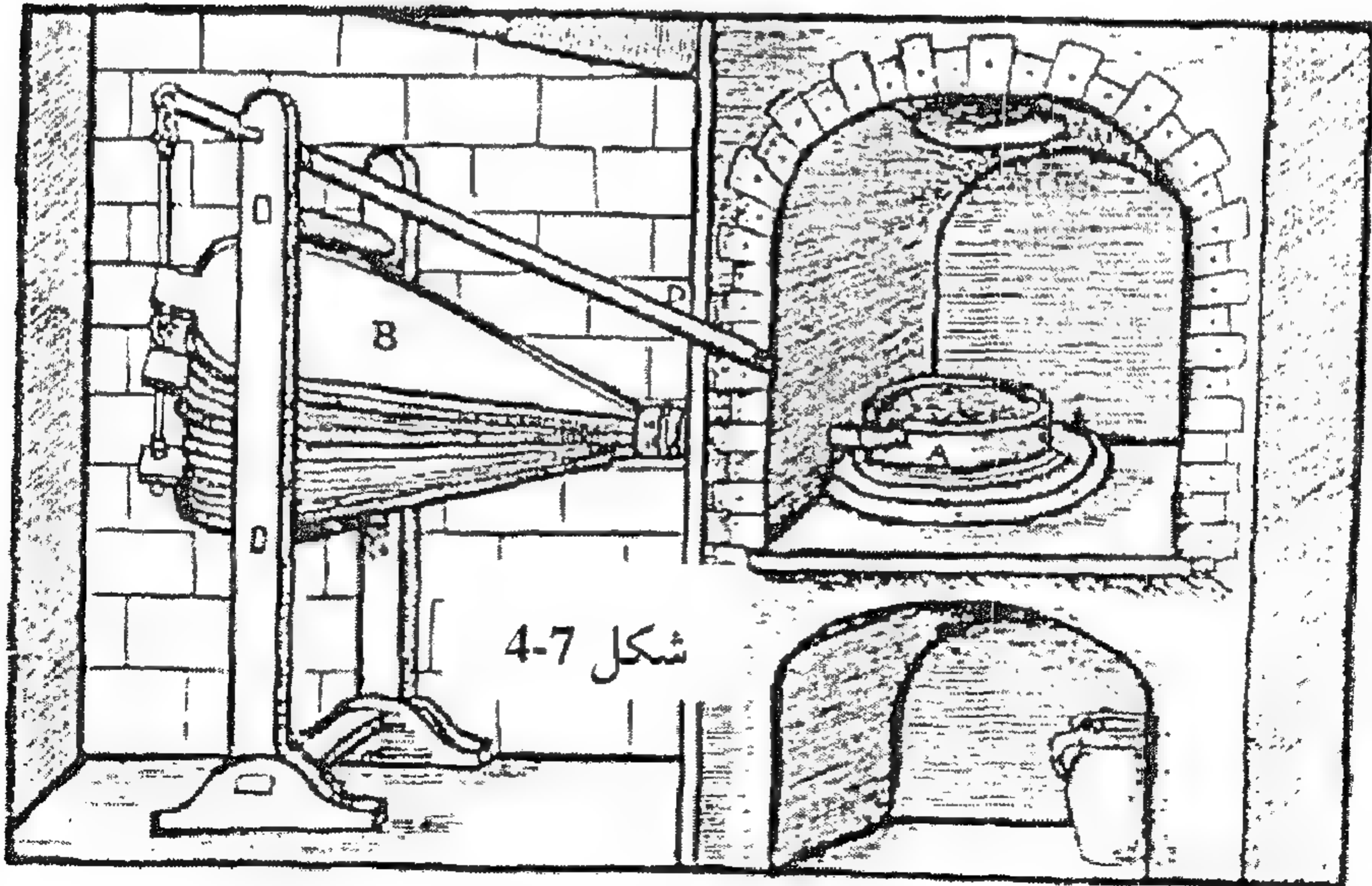
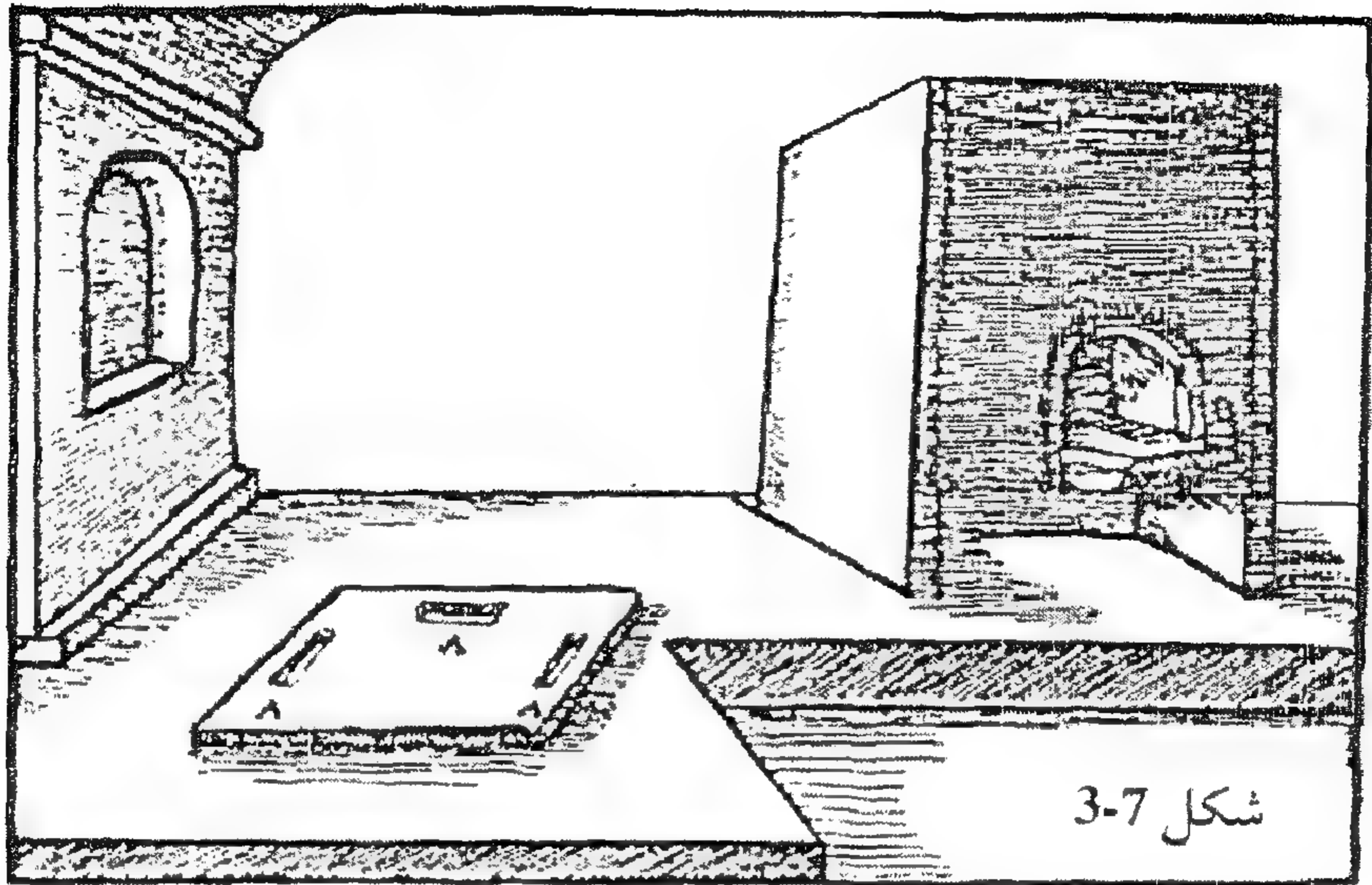


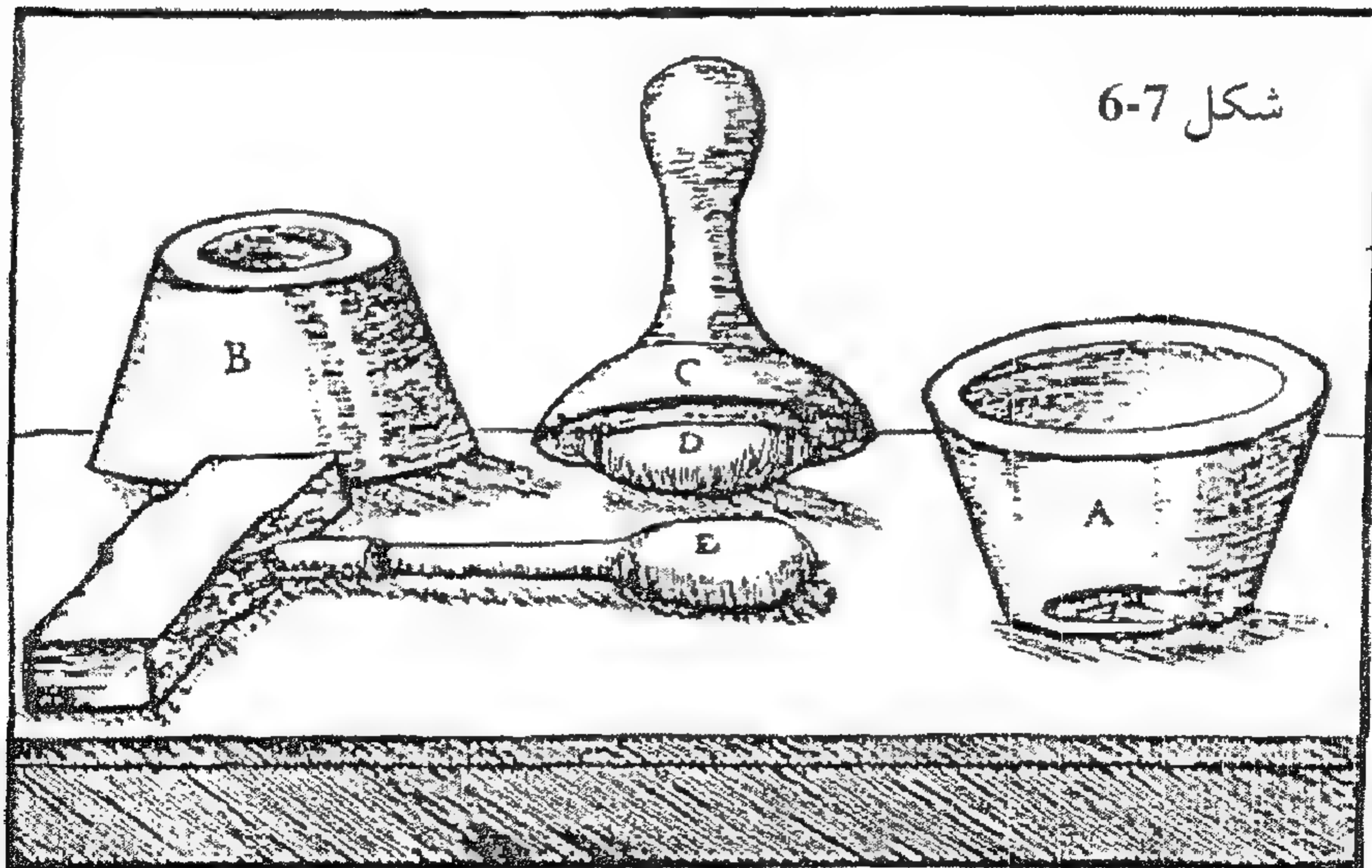
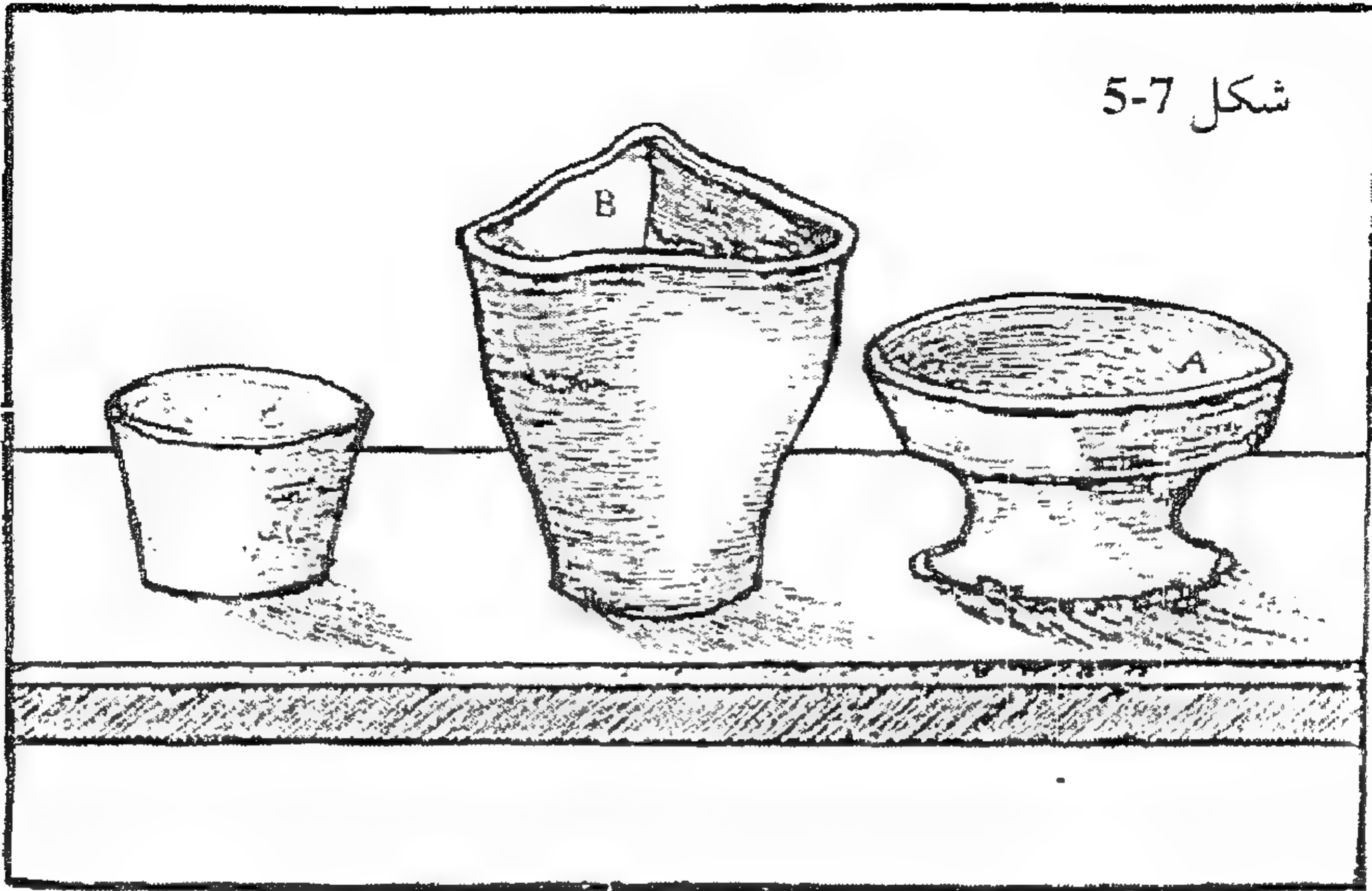
شکل 1-7



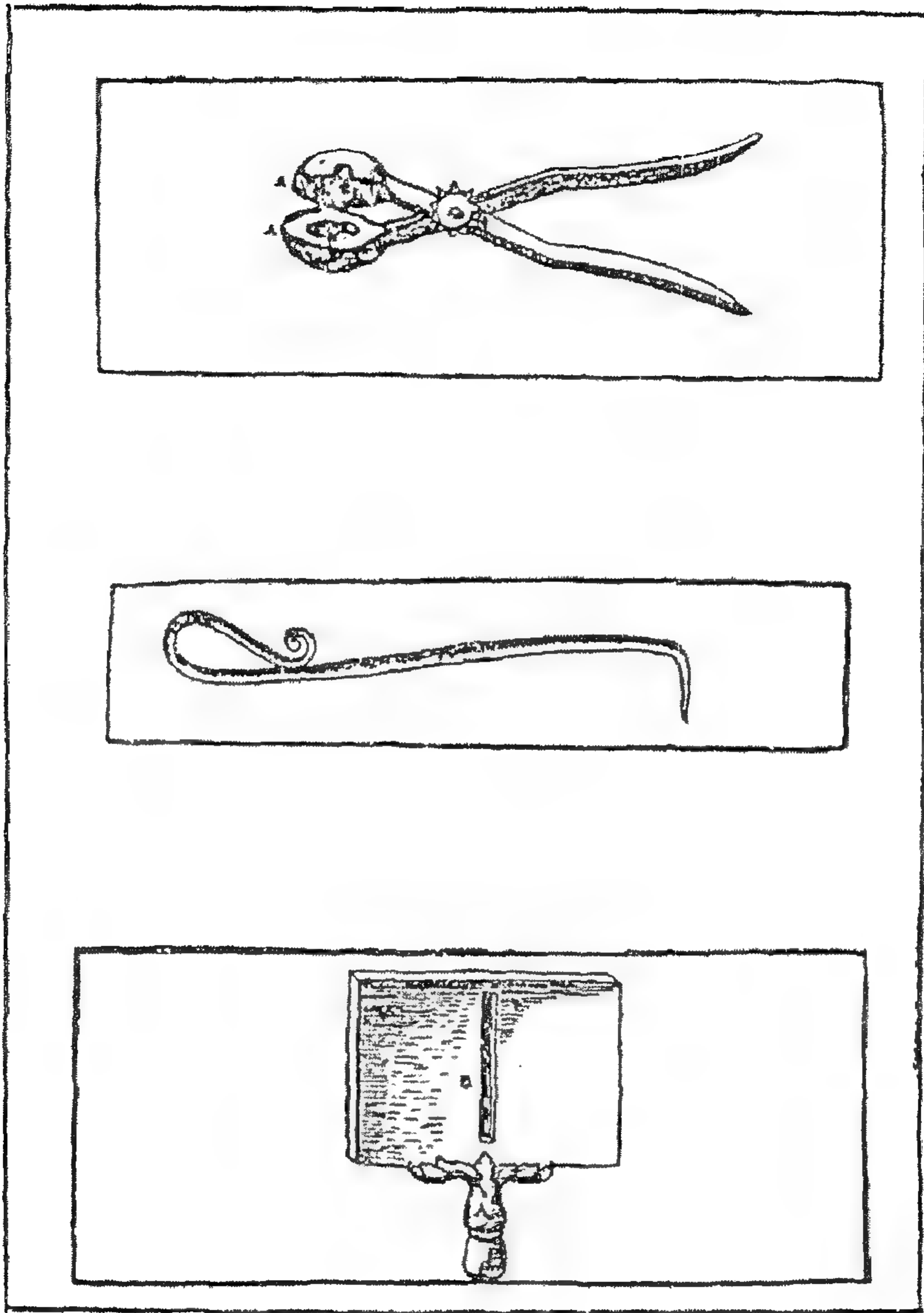
شکل 2-7





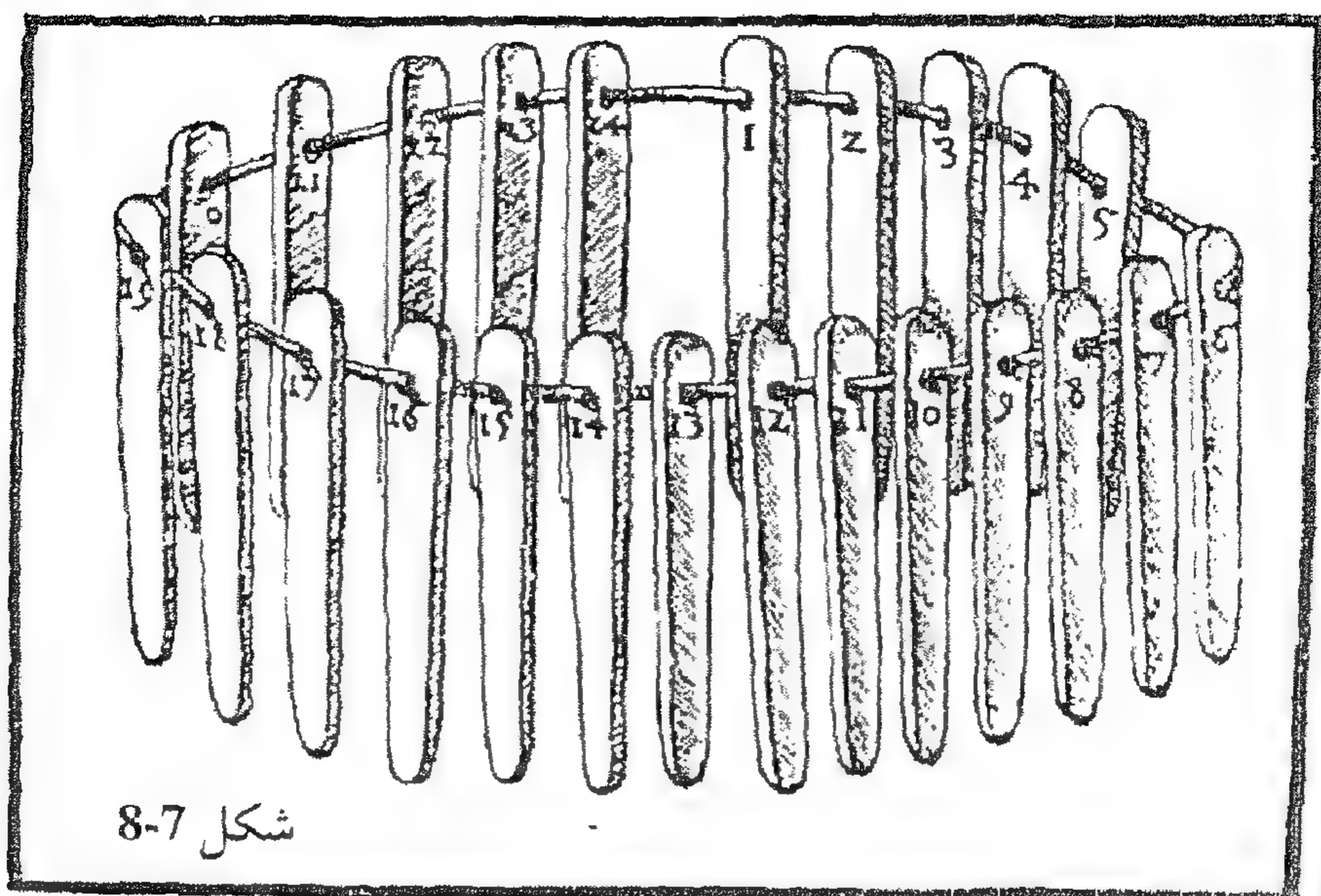




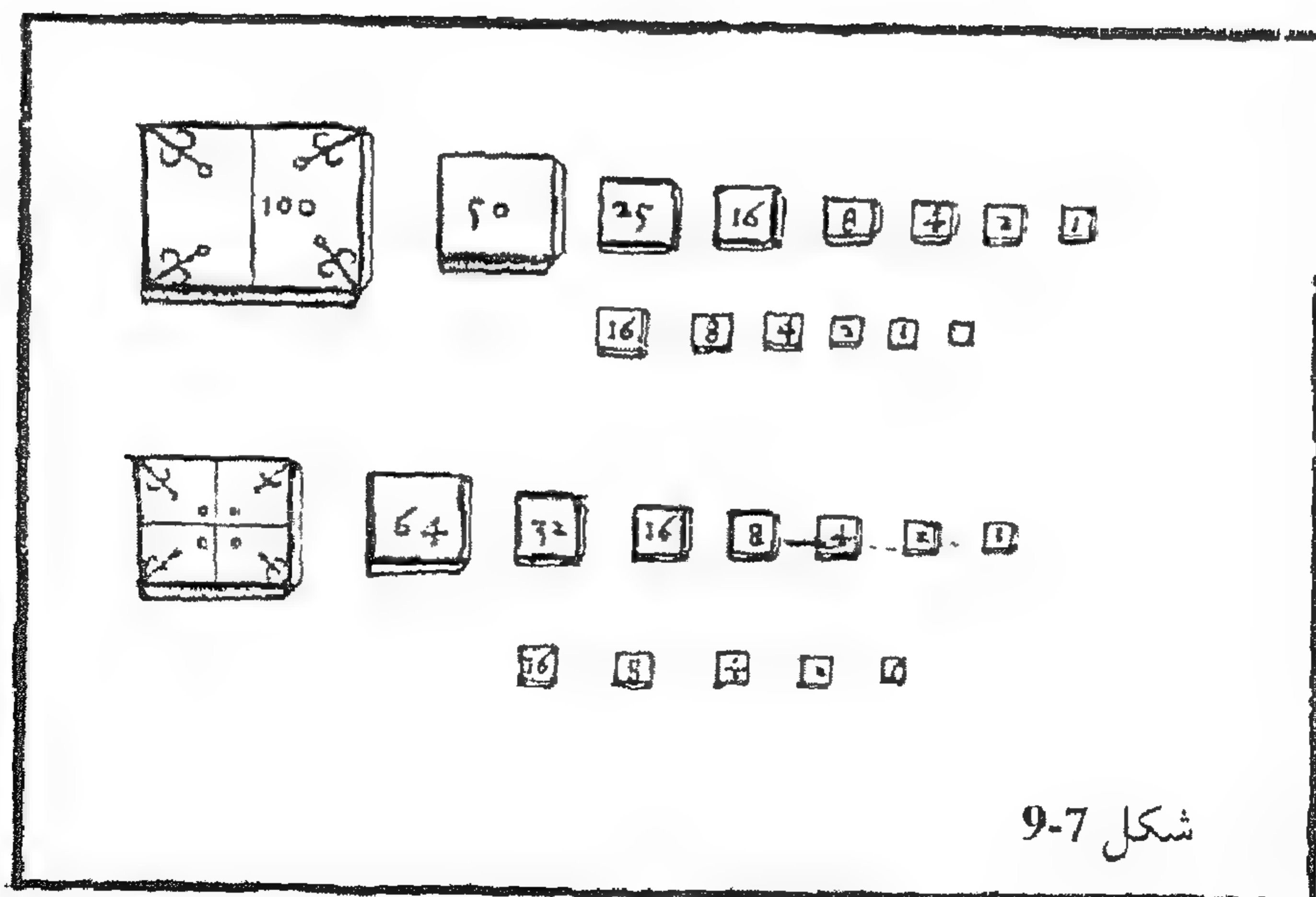


شکل 7-7



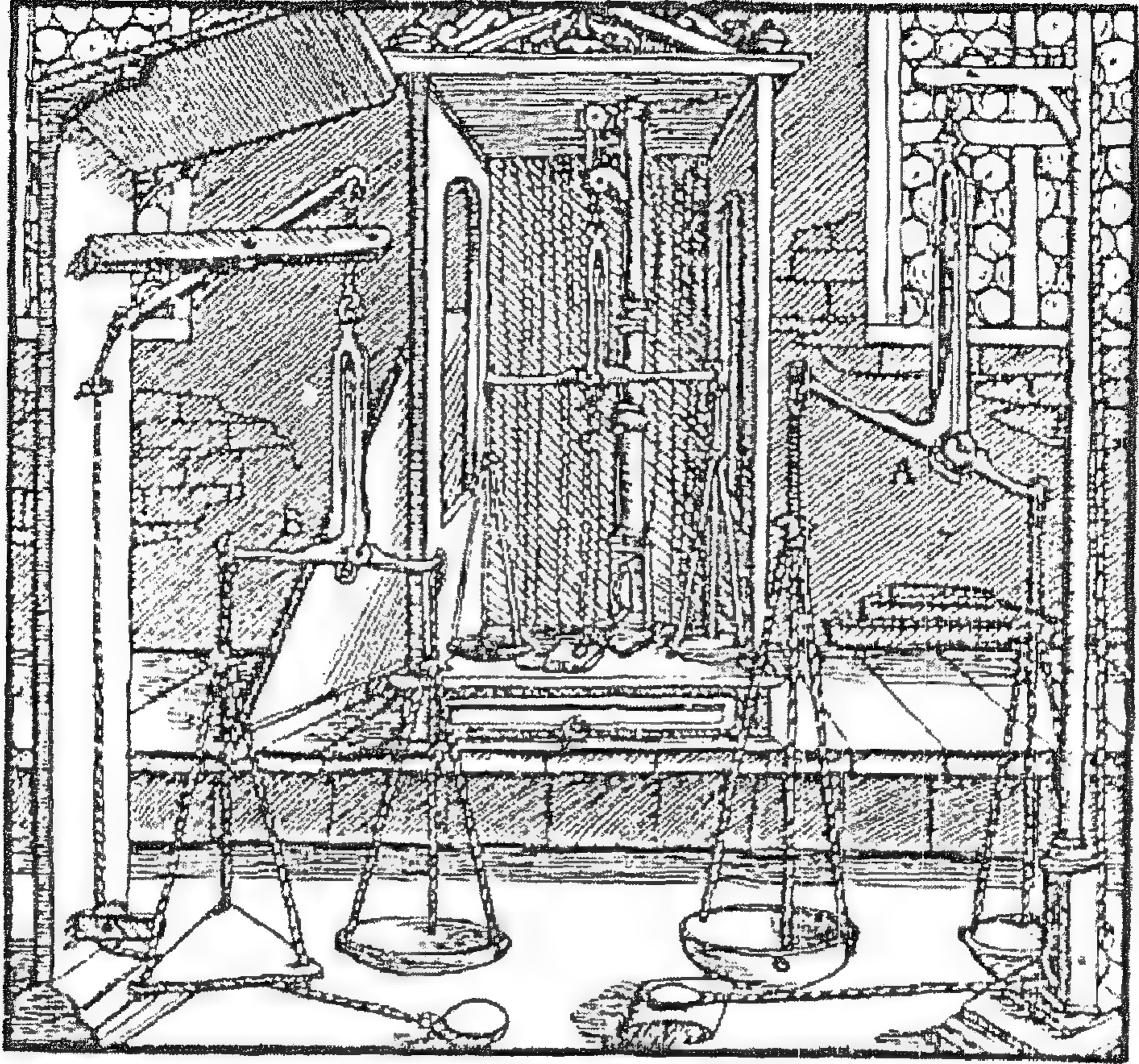


شکل 8-7

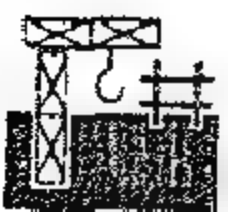


شکل 9-7





شکل 10-7



## الكتاب الثامن

بعد أن تحدثت (أجريكولا) فى الكتاب السابق عن أخذ العينات وتحليلها لمعرفة درجة جودة الخامات والفلزات سواء الثمينة منها (الذهب والفضة) أو تلك غير الثمينة، أتحدث فى هذا الكتاب الثامن عن تجهيز الخامات.

يبدأ تجهيز الخامات بداية من أعمال استخراج الخام فى المغارات تحت سطح الأرض، حيث يقوم المعدّنون ذوو الخبرة بفصل الشوائب عن الخام، وهى عادة ما تكون من الصخور أو التربة المحيطة بعروق الخام أو طبقاته. وقد يتم الفصل فى تجاوزيف على سطح الأرض فى حالة الاستخراج من المناجم المكشوفة أو المحاجر. وفى هذا المجال تجرى إزاحة وتجنب الشوائب إلى مناطق استنفاد الخام بقدر الإمكان، أو قد ترفع إلى السطح.

وتعتبر عملية الفصل (أو الفرز) هذه من العمليات المفيدة، إذ لا يكون المعدّنون مضطرين إلى بذل مجهود لا داعى له فى رفع الشوائب ونقلها إلى السطح من ناحية، كما أنهم يحافظون على درجة جودة عالية للخام منذ بداية استخراجها من ناحية أخرى.

ويضع الشباب من العاملين الخام مرتفع الدرجة فى أوعية خاصة شبيهة بالمعاجن. وتبين اللوحة (شكل 8 - 1) مائدة تصنيف وفرز الخامات حسب درجة جودتها (A) والفواصل بين نوعيات الخام (B) وأوعية حفظ الخامات (C)، ويلاحظ فى اللوحة بنفس الشكل أن عملية التصنيف والفرز هذه قد تقوم بها بعض العاملات من النساء.

ويلى الفرز أو التصنيف، سواء تم إجراؤه فى المغارات تحت سطح الأرض أو على السطح، عملية التكسير الذى يتم بواسطة مطارق ذات أذرع بطول متر أو متر ونصف المتر. وتبين لوحة (شكل 8 - 2) التكسير بالمطارق (B) لتكسير خام (A) الموضوع قطع منه على صخور صلبة تتحمل شدة





ضربات المطارق (D) وكذلك تبدو سكية أو سلاح القطع (E) كما تبين اللوحة (شكل 8 - 3) مائدة للفرز والتكسير بالمطارق وأوعية حفظ الخام (E) و (F) وهى من الخشب مع التصنيف حسب الحجم الناتجة عن التكسير، كما أنها مقواة بشرائط حديدية (G). أما لوحة (شكل 8 - 4) فتوضح طريقة لحماية العاملين أثناء التكسير بالمطارق لقطع من الخام (A) وذلك بارتداء أحذية (B) مقواة وقفازات خاصة للحماية (C). أما اللوحة (شكل 8 - 5) ففيها يقوم العمال بتكسير قطع الخام (B) ثم تسويتها فى الأكوام المسطحة (A) والطرق عليها بمطارق مسطحة أيضا (D) ذات أيدى طويلة (E)، وفى نفس اللوحة يبدو مجرى مائى قصير (G) يمكن تحريك المياه فيه بأداة (H).

وبعد الفرز والتكسير والتسطيح يأتى دور عملية التسخين، ويلزم لذلك مساحة كافية، عادة ما تكون مستطيلة الشكل. وتبدأ عملية التسخين بترتيب القطع الخشبية تعامديا بالتبادل (E) كما فى اللوحة التالية (شكل 8 - 6) حيث الخام (C) وموقع الحريق (A)، ويبلغ ارتفاع الخطب المستخدم فى الحريق أو التسخين من نصف المتر إلى المتر، حيث توضع القطع الكبيرة أولاً، يليها، وعليها مباشرة، القطع المتوسطة ثم الصغيرة. وفى حالة تواجد تراب الخام يجرى ترطيبه بالمياه حتى لا يتطاير فى الهواء، وقد يضاف البيريت بعد ترطيبه بالمياه. وقد تجرى هذه العملية مرة واحدة أو أكثر. وعادة ما يكون موقع الحرق أو التسخين على شكل مربع مفتوح من أحد أضلاعه من ناحية واحدة، أو قد يكون على شكل أشبه بالمستطيل كما يتضح من اللوحة (شكل 8 - 7) وبها مواقع التسخين والحرق (A) و (B) وكذلك فرن للحرق (C)، شبيه بفرن إعداد الخبز وبه فتحات (D) لخروج الدخان المتصاعد من الفرن. كما قد تستخدم ألواح حديدية مثقوبة (A) باللوحة (شكل 8 - 8) حيث توضع الألواح بين ثلاث حوائط (B) يصب عليها الخام (C) ويبدو الفحم فى اللوحة بنفس الشكل بالرمز (D) والبواثق (E) وفى وسط يمين اللوحة



الفرن (F) المنقسم إلى قسمين بواسطة الحائط (G). وهناك أسفل يمين اللوحة نوع آخر من الأفران للتسخين والحرق حوله بواتق الخام (L) وأغطيها (M) ومصفاة (N). والهدف من هذه الألواح الحديدية المثقوبة هو منع سقوط الأجزاء الصغيرة فى حالة احتواء الخام على معدن البيريت وغيره من المعادن. ويعتمد زمن التسخين أو الحرق على نوعية ودرجة جودة الخام المراد معالجته وتجهيزه.

وقد يتم التكسير آليا باستخدام ماكينة تكسير الخامات وبها مجموعة من أربع مطارق (D) باللوحة (شكل 8 - 9) حيث نهايات المطارق (E) هى التى تقوم بالتكسير، وهى تتحرك آليا بفضل قوة اندفاع المياه إلى الحلقة المائية التى تدور حول المحور (F). كما أن هناك ماكينات تكسير مزدوجة تعمل من ناحيتين بنفس الحلقة المائية، كما باللوحة (شكل 8 - 10).

أما العملية التالية فهى عملية الكربلة (الغربلة) وتستخدم فيها الكراويل لفصل وفرز قطع الخامات المكسرة تبعا لأحجامها من خلال فتحات الكراويل، وهى عادة من الحديد كما فى اللوحة (شكل 8 - 11) حيث (A) كربال على الأرض و(B) منخل الكربال الحديدى، كما تظهر كراويل (C) و(E) و(F) فى أوضاع متعددة، وتبدو فى خلفية اللوحة ماكينة التكسير الدقاقة التى تعمل بقوة اندفاع المياه بواسطة حلقة مائية. وتوضح اللوحة (شكل 8 - 12) أنواع أخرى من الكراويل وأدوات مستخدمة فى الجرف (F) بالاستعانة بالحبال لتحريك الكراويل (C) و(K) وتبدو فى اللوحة مجموعة من العاملين من بينهم إحدى العاملات أسفل يمين اللوحة حاملة بعض المستلزمات غير الثقيلة.

وتبين اللوحة التالية (شكل 8 - 13) وحدة لتجهيز الخامات فى نيسولى بسلوفاكيا حيث تبدأ عملية التجهيز من على سفح جبل أو تل مرتفع





للاستفادة من الجاذبية الأرضية فى نزول الخامات وتحركها بصورة شبه تلقائية إلى الأسفل. وبسقوط الخامات من المستوى (A) خلال مجارى طويلة (B) و (I) و (L) وأخرى قصيرة (C) و (K) و (M) إلى الكرايل (O) و (R) و (X). وبوحدة التجهيز باللوحه مستويات أفقية لسفرز والتصنيف (N) و (Q) و (T) إلى أوعية الغسيل (S) و (P) و (X) وفوقه الكربال الموضح به فتحة الصرف (Y).

أما لوحه (شكل 8 - 14) فيها مجموعه من الكرايل (A) ذات أياى للحمل (B) وتقوم إحدى العاملات (H) بالكربلة فى الوعاء (C)، كما يقوم العامل (K) بالتقليب بمساعدة من الحدث الصغير (I) الذى يقوم بحمل المواد الجارى معالجتها، وقد يكون الجميع من أسرة واحدة كلها من المعدّنين.

وتجرى عمليات الغسيل والخلط على خطوات كما فى اللوحه (شكل 8 - 15) حيث تستخدم العجلة المائية كما سبق وهى بالرمز (A) التى تدور حول المحور (B) لتشغيل وحدة الطحن (K) وكذلك تبدو فى اللوحه مجموعه الخلط ذات الحلقات المسننة (X) التى تدير المحاور الرأسية (Q) حيث تجرى عملية الخلط فى أوعية خاصة (O) ثم يوجه الخليط إلى مجارى مائلة (Y) ذات الحواجز (Z)، وتظهر تفصيلات معدات الطحن (D) و (G) ذات الفتحات (E) وكذلك معدات الخلط المركبة فى نهايات المحاور (Q) التى تتحرك دائرياً فى الأوعية (O) بتفصيلاتها (P) و (R) و (S) كما تظهر فى نفس اللوحه تفصيلات الحواجز الدوارة (Z) وهى بالرمز (BB) بينما توضح لوحه (شكل 8 - 16) طريقة يدوية للخلط والغسيل، ومثلها اللوحه (شكل 8 - 17).

ويمكن الاستفادة من مياه النهرات المتدفقة فى أعمال غسيل الخامات كما فى اللوحه (شكل 8 - 18) وفيها مجرى المياه أو النهر (A) حيث يقوم أحد العمال بدفع الخامات المراد معالجتها بجاروف (D) إلى المياه إلى البوابة



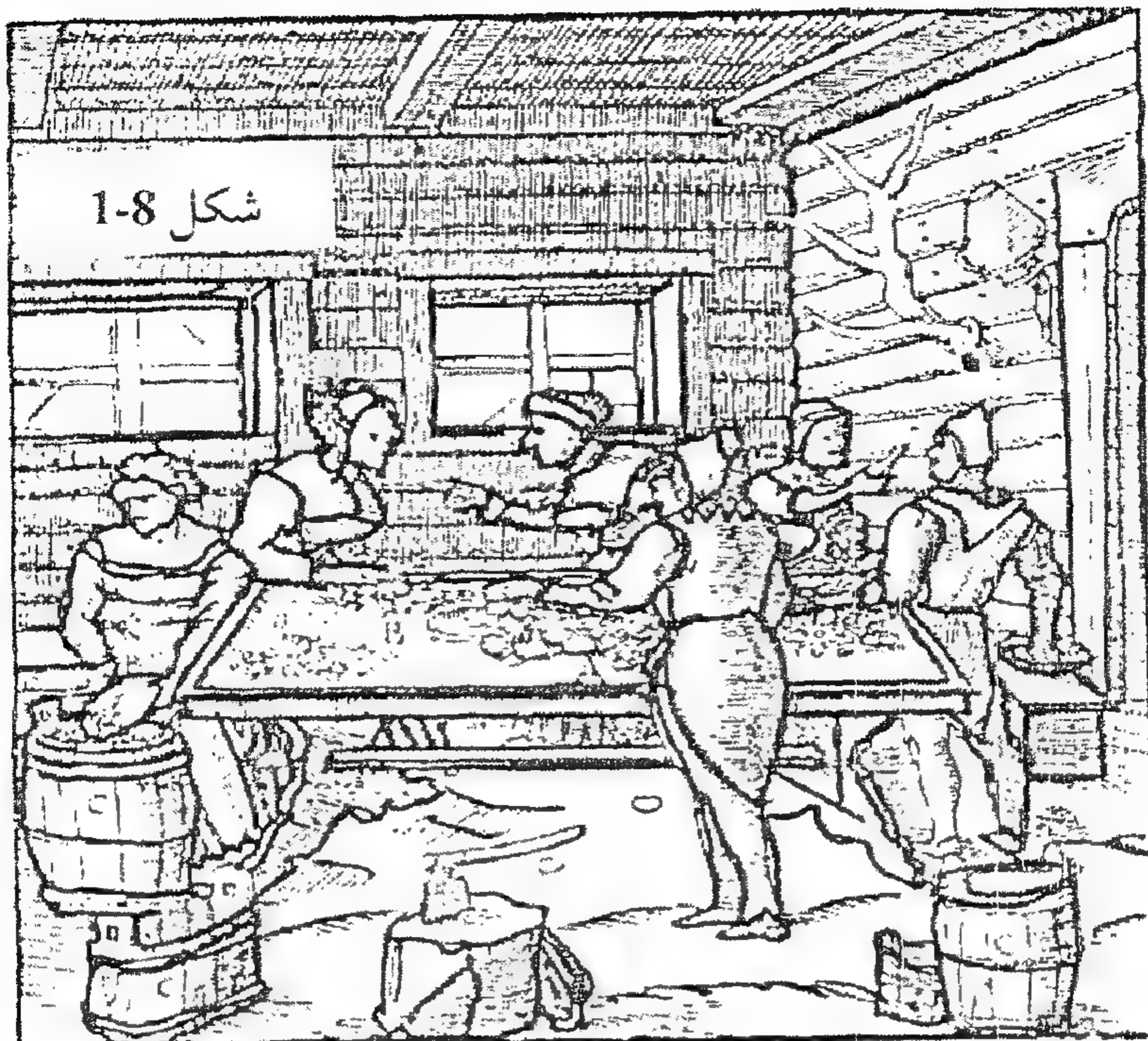
(B) حيث يجرى تحويل المياه المختلطة بالخام (الخليط) إلى المجرى (G) التى يحولها العامل الثانى أسفل اللوحة إلى مكان المعالجة. وقد تتم عمليتا الكربلة والغسيل معاً فى نفس الوقت كما بلوحة (شكل 8 - 19) وفيها يبدأ الخليط بالنزول من المجرى (H) إلى فوهة الكربال (A) مع الدفع بواسطة العامل إلى اليسار إلى الكربال (B) وبه الثقوب (C) إلى الجزء السفلى (G) المحمول على القواعد (E)، وفى اللوحة تبدو أيضاً مجموعة من الأدوات المستخدمة. وقد يتم الغسيل بدايةً من مجرى واحد كما فى لوحة (شكل 8 - 20) ثم إلى الأوعية (B) على التوازي من خلال فتحاتها (C) إلى مجريين (D) مع الخلط والتقليب. وفى اللوحة التالية (شكل 8 - 21) تبدو فتحة المنجم وخروج الخامات منها للمعالجة والغسيل خلال المجارى المائية.

أما أفران الحرق والتسخين فهى من نوعين: المغلق والمفتوح كما فى اللوحتين (شكل 8 - 22) و(شكل 8 - 23) حيث يقوم العمال بإضافة الحطب اللازم للحرق. كما تبين لوحة (شكل 8 - 24) أفران أو مواقع الحرق والتسخين ذات الجدران المرتفعة.

\*\*\*



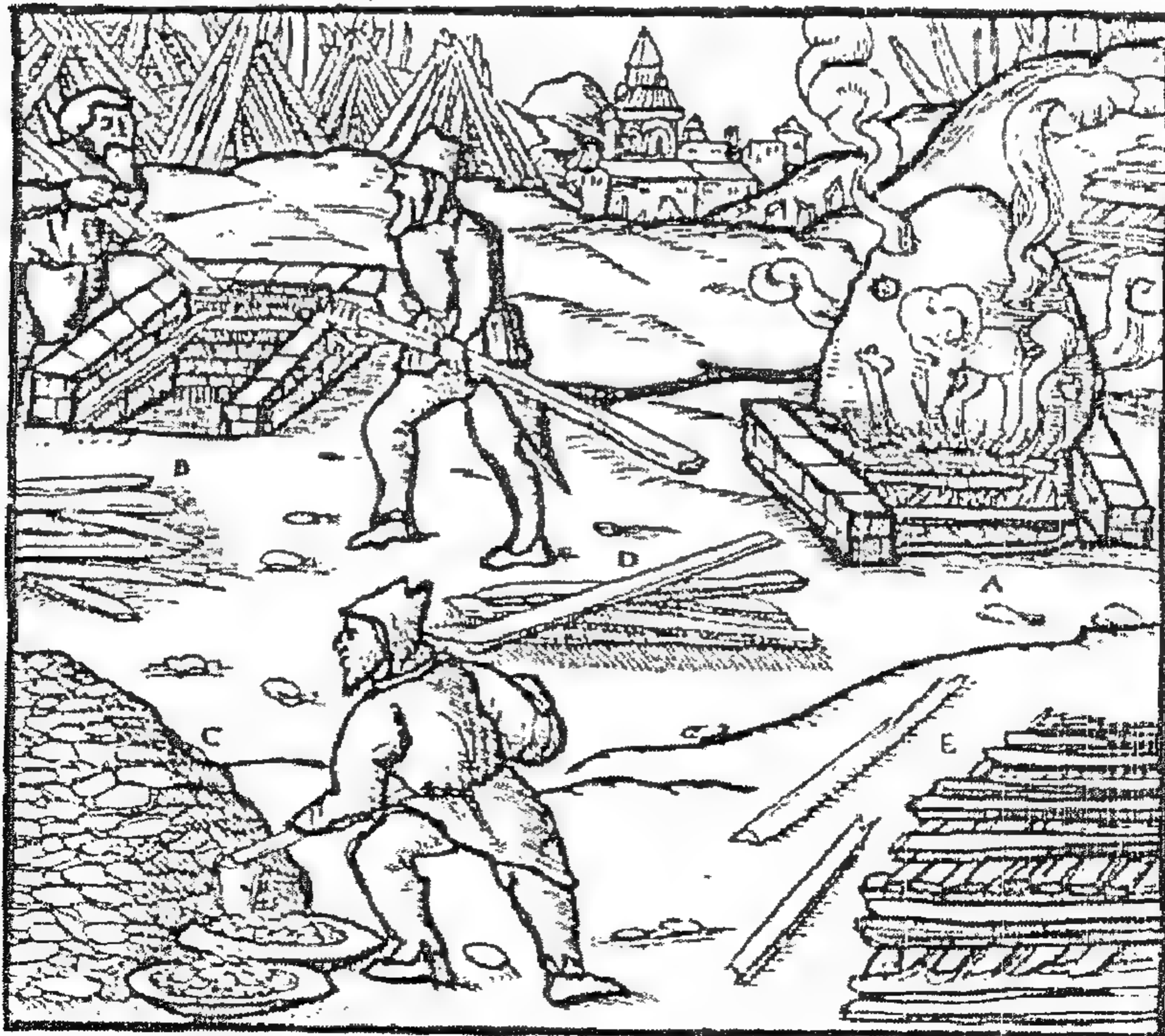








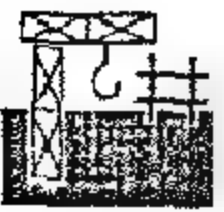




شكل 6-8

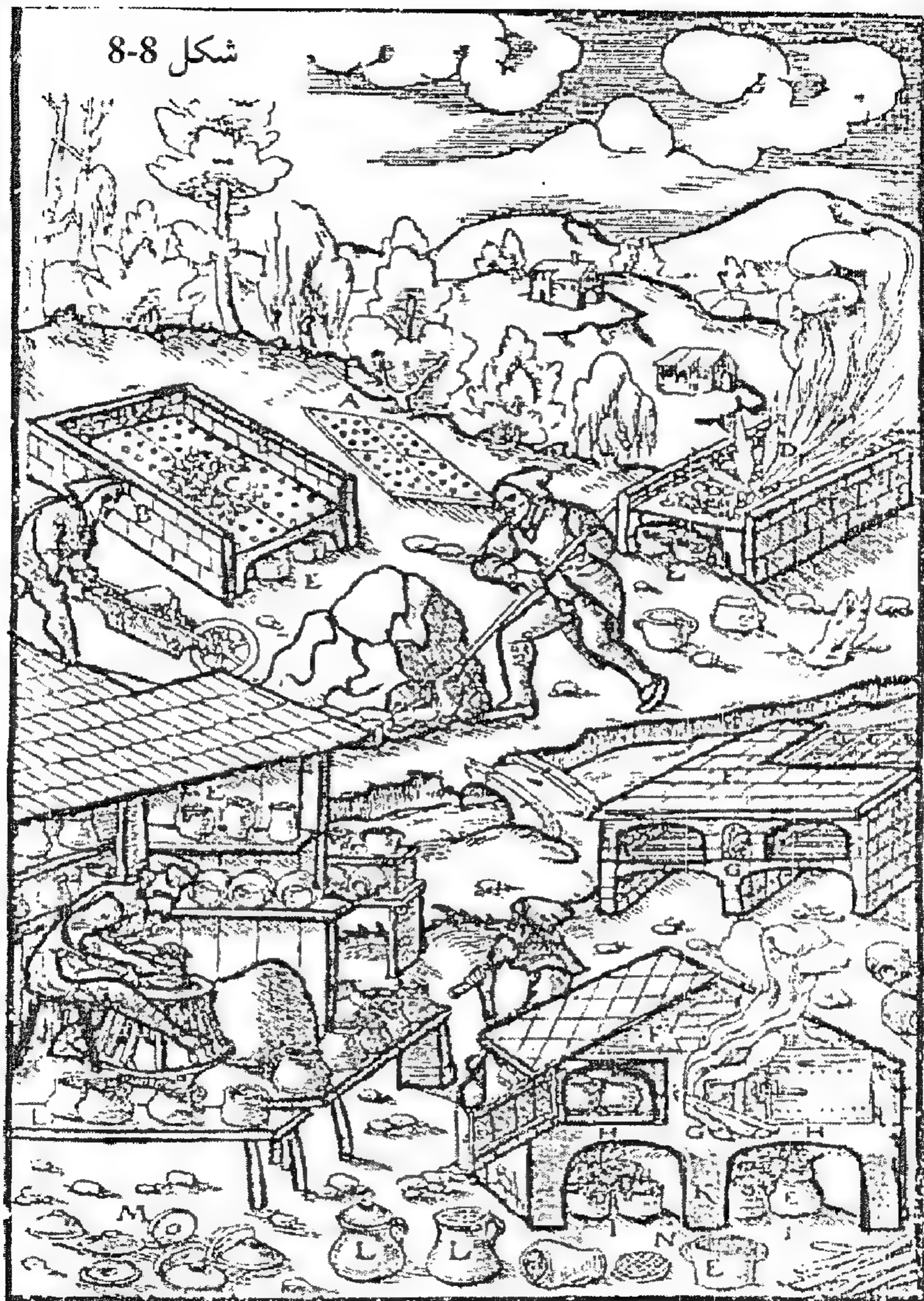




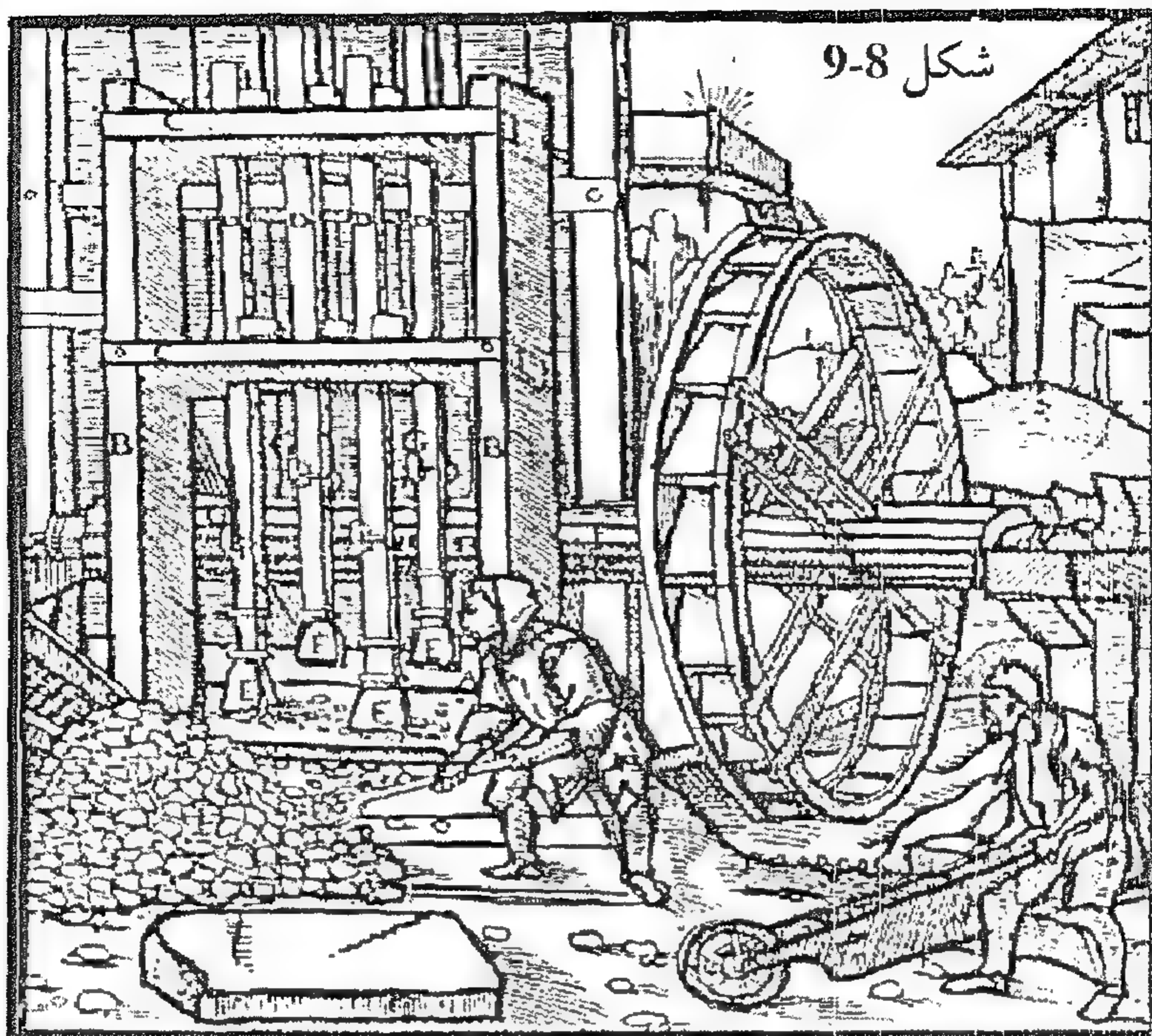




شكل 8-8













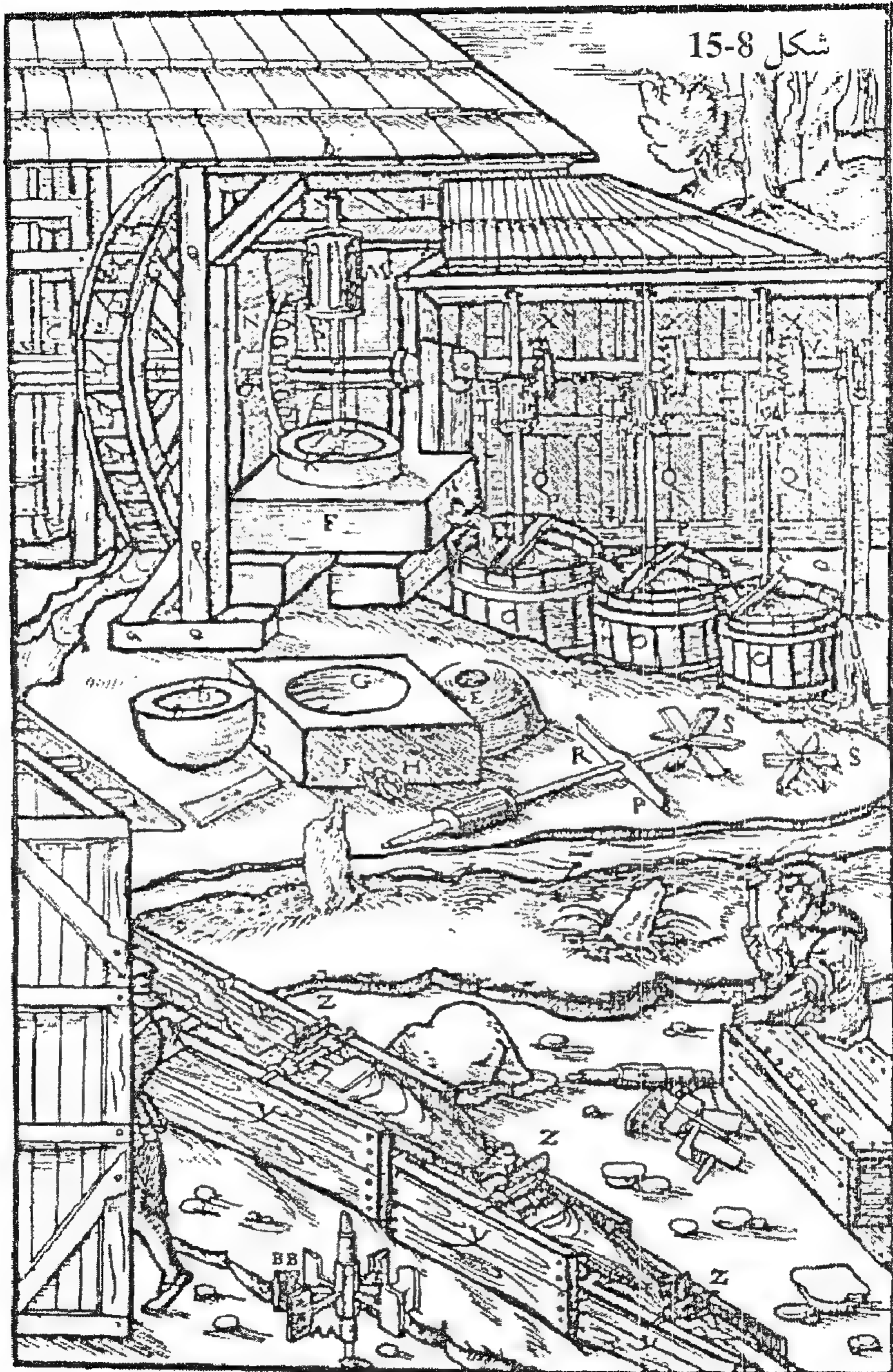




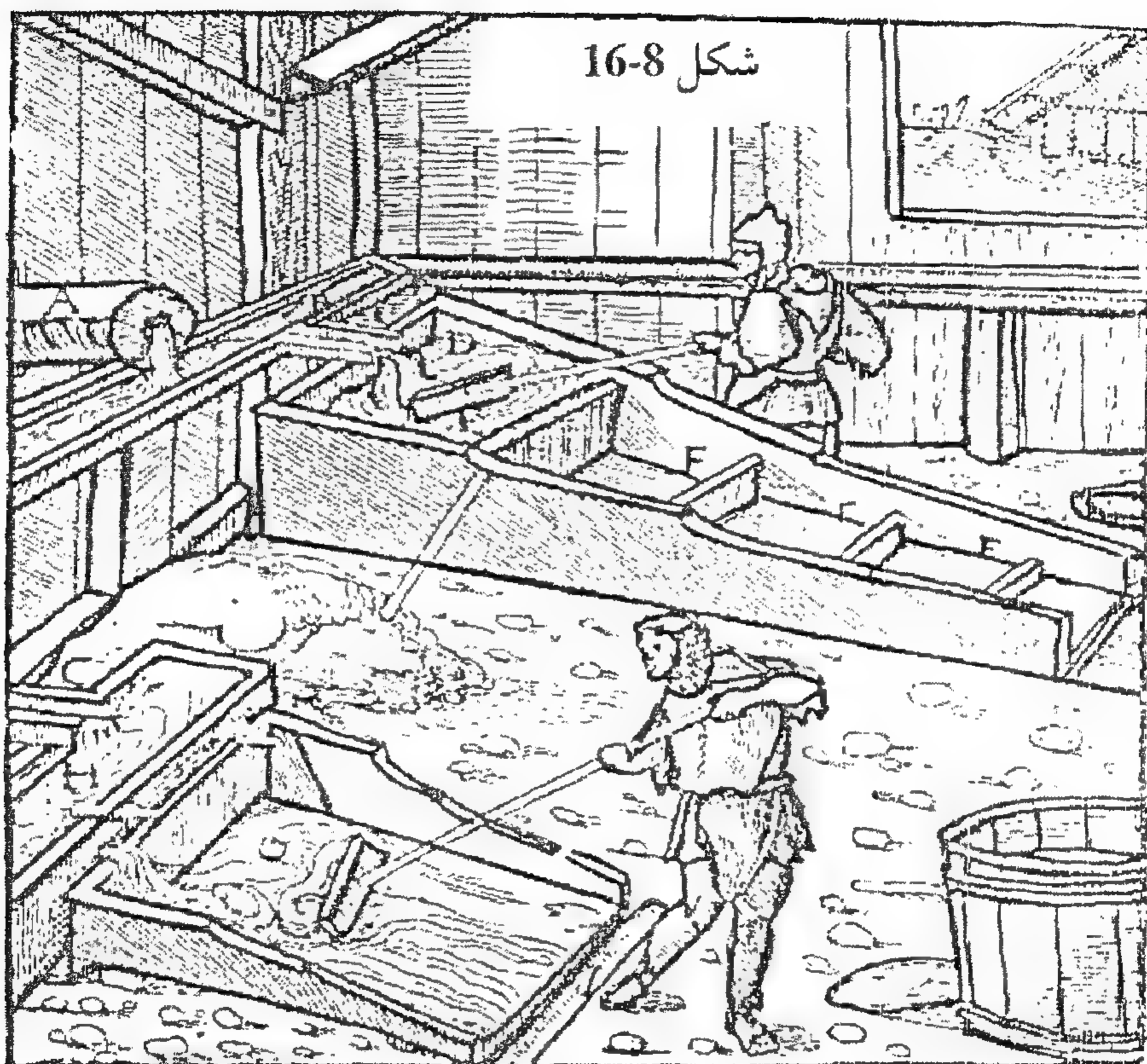


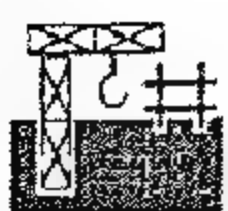


شکل 15-8

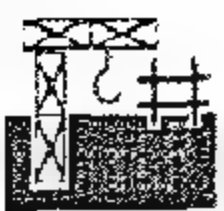




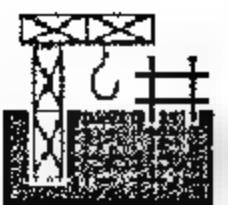
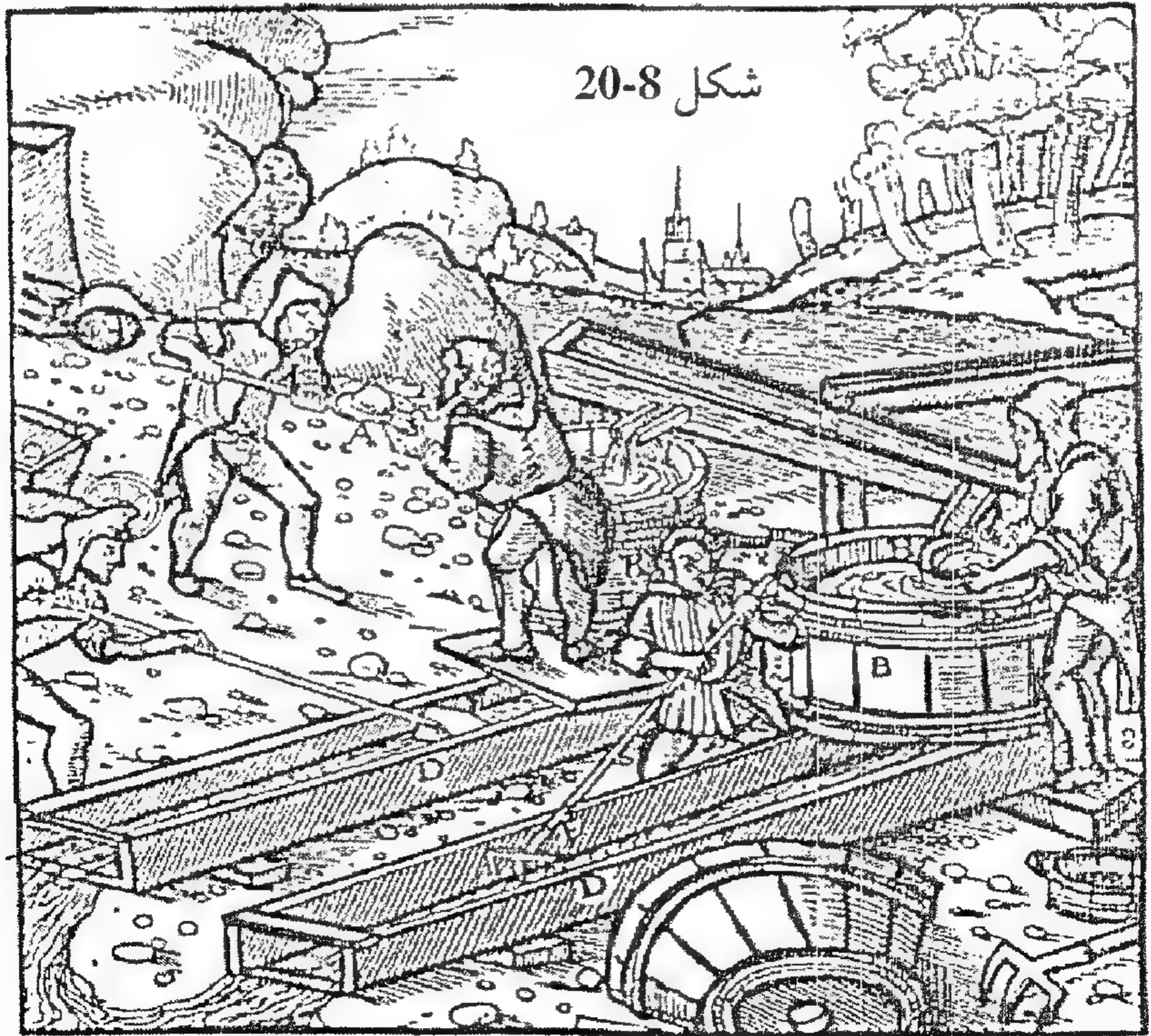
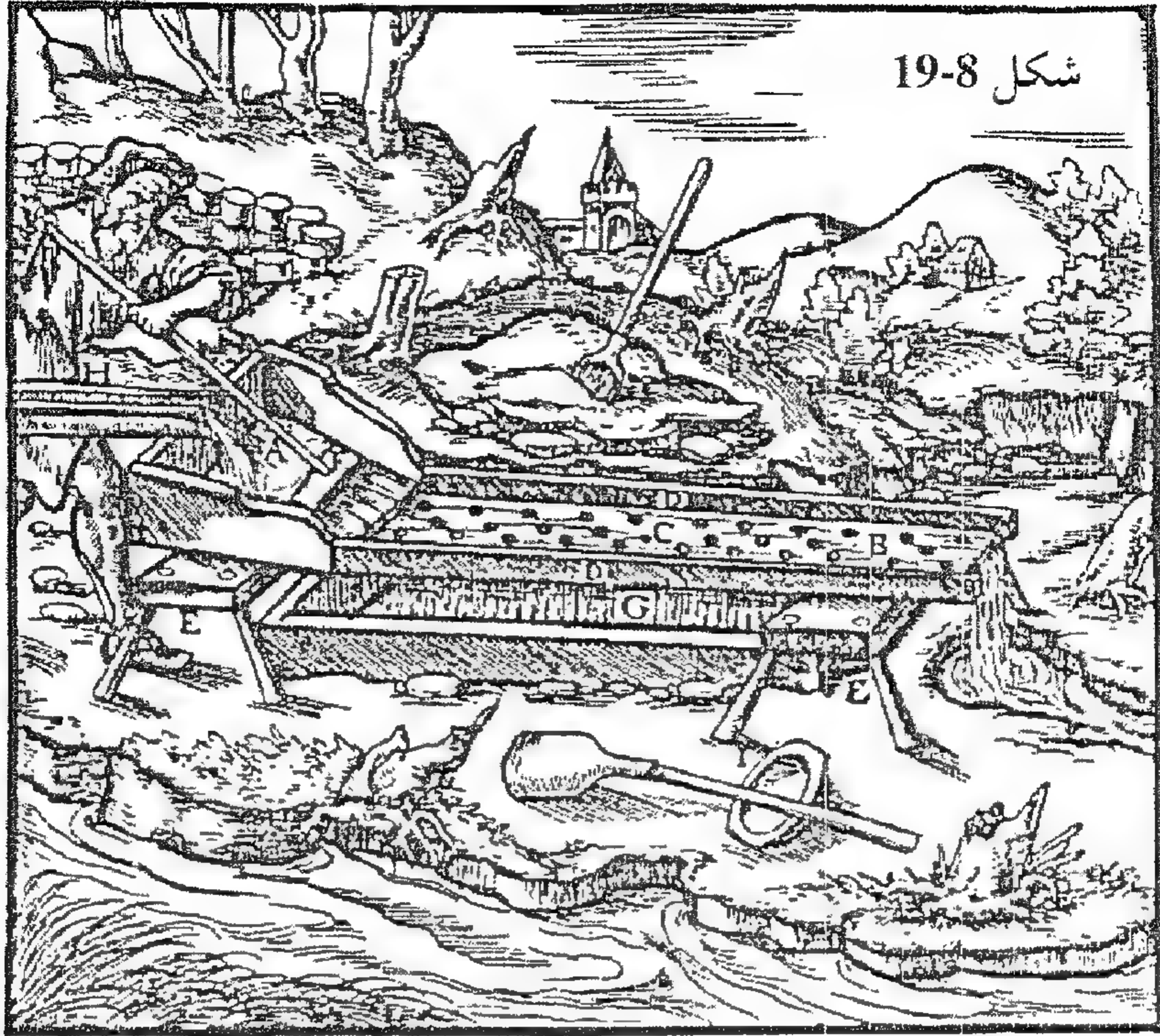






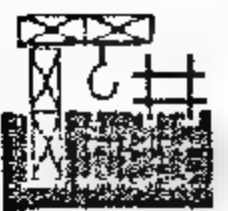
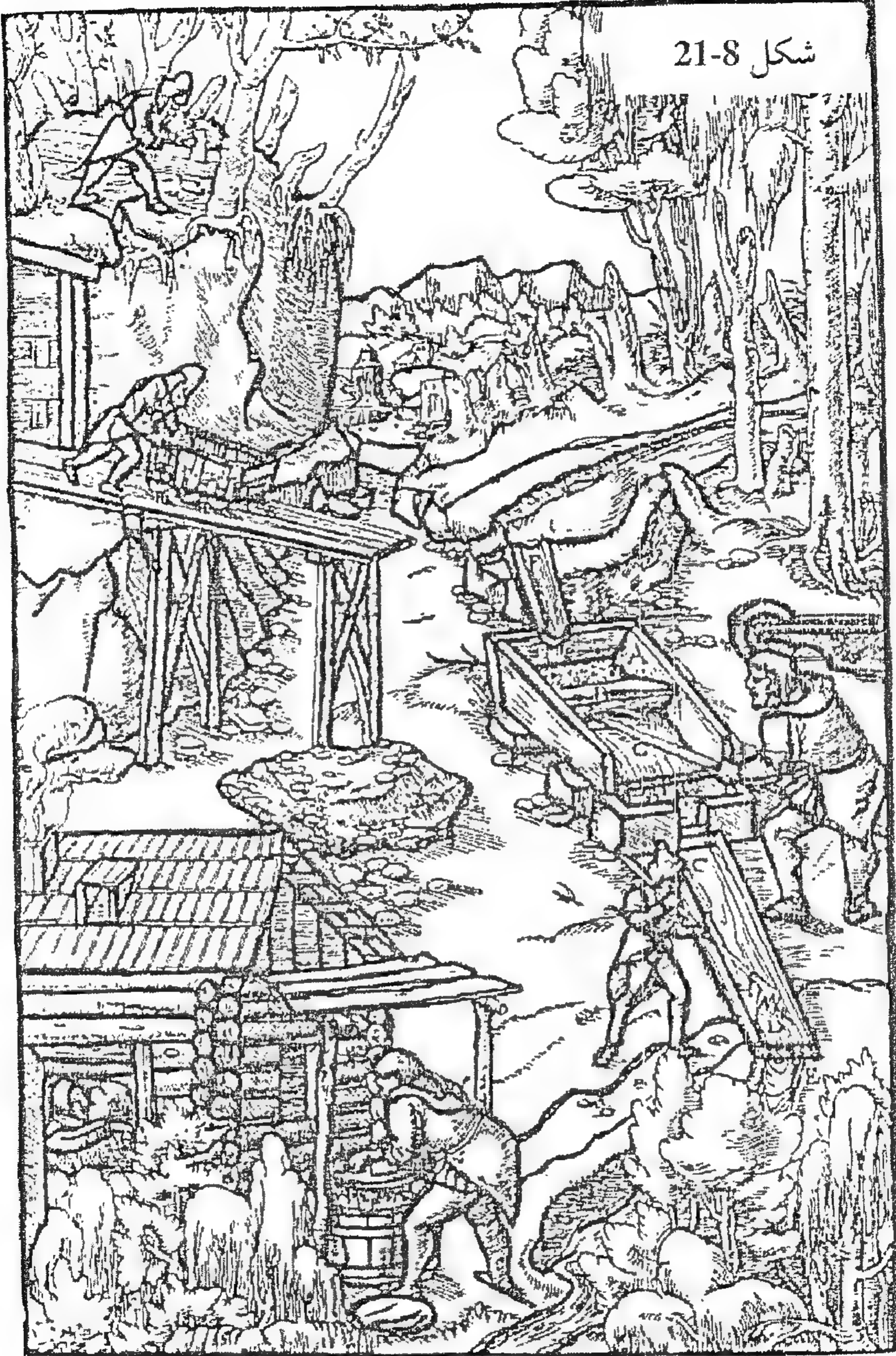




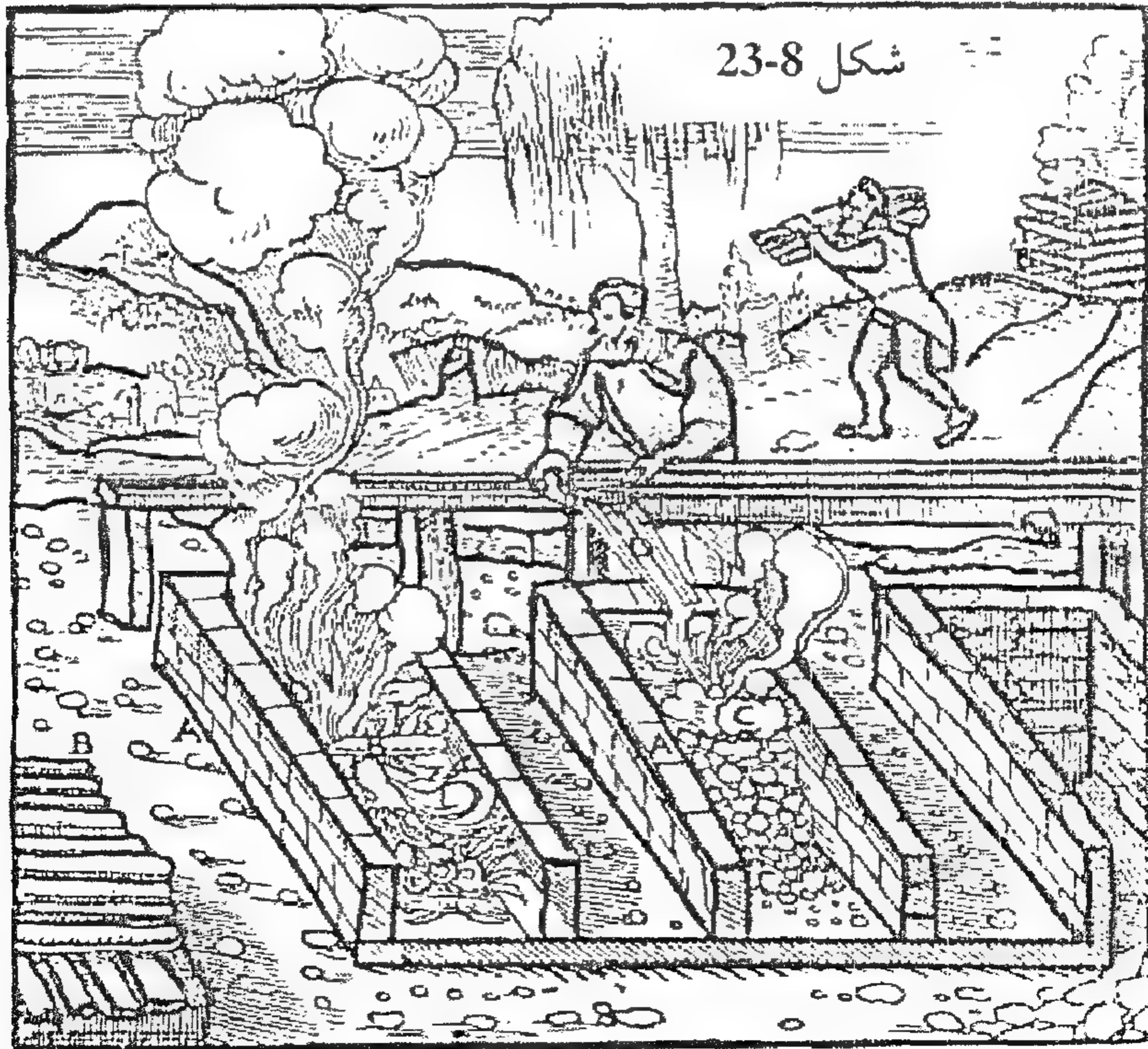
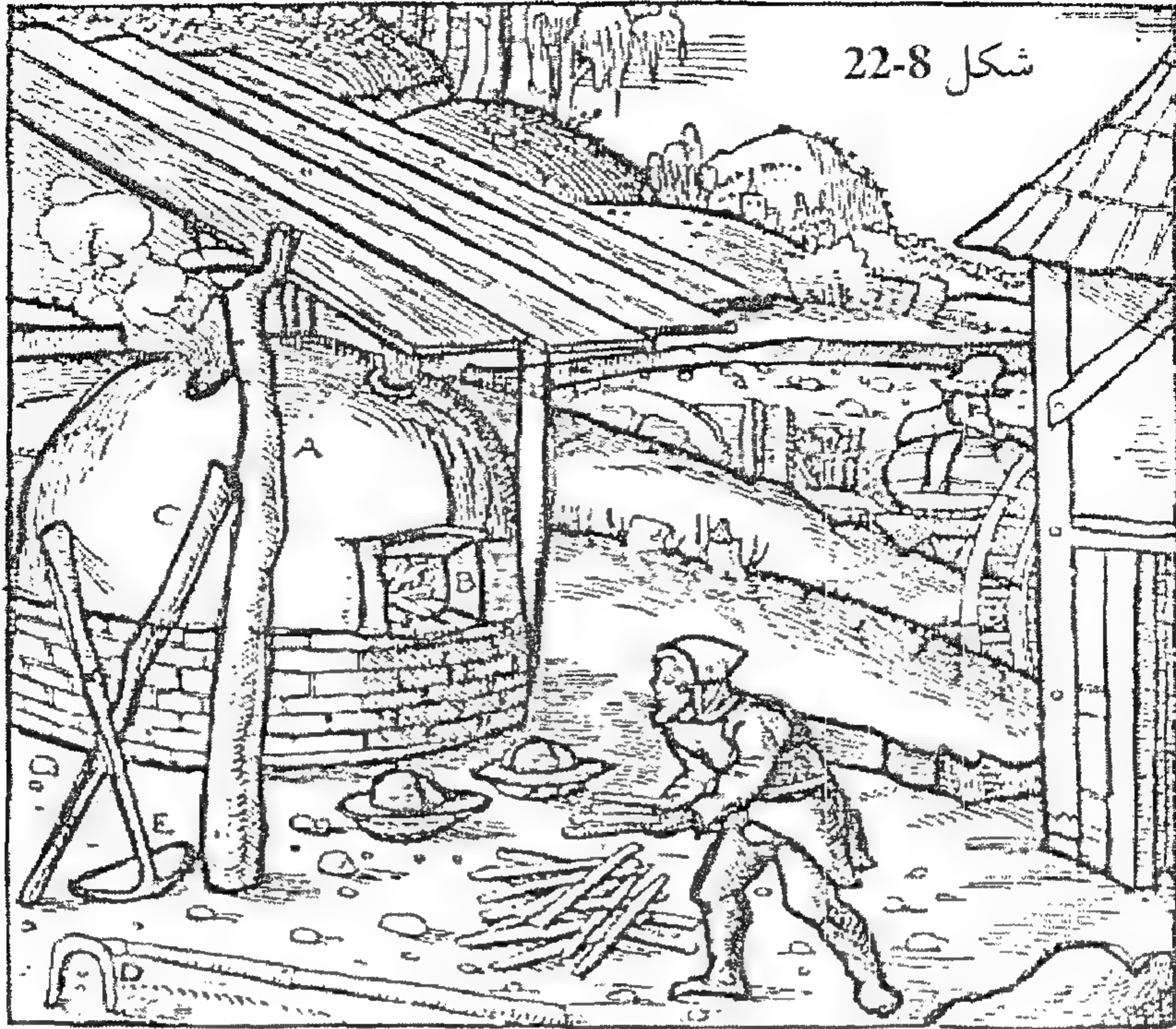




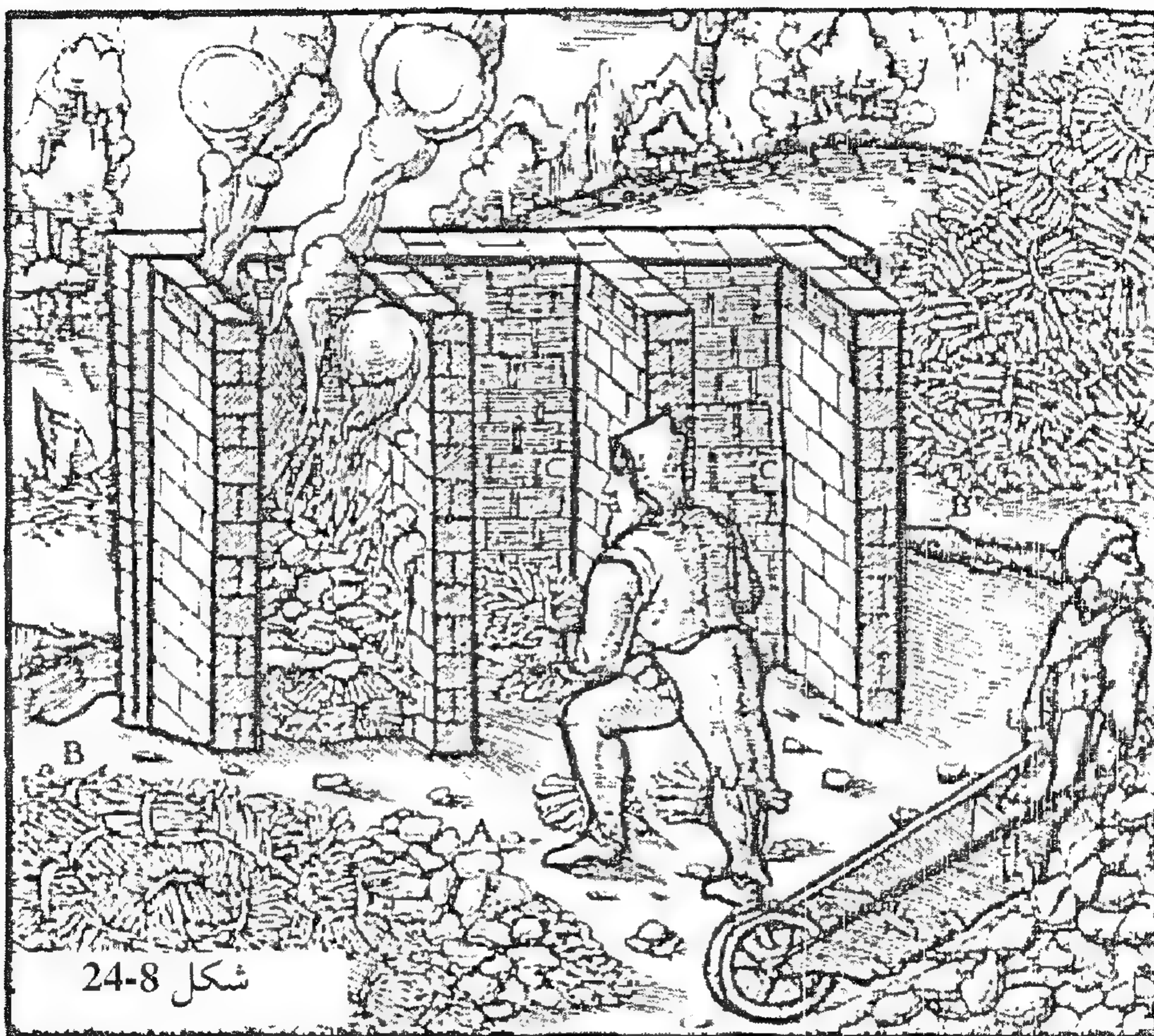
شكل 8-21











شکل 24-8



## الكتاب التاسع

أتناول (أجريكولا) فى هذا الكتاب معدات وبعض طرق صهر الخامات واستخلاص الفلزات منها. وكذلك فصل الفلزات الثمينة عن تلك غير الثمينة. وكثيراً ما يتواجد فلزات أو أكثر فى نفس الخام، كتواجد قليل من الذهب مع الفضة والنحاس. بل وقد تتواجد فلزات كالنحاس والرصاص والحديد مع الذهب، وكذلك بعض الرصاص مع الفضة. كما قد يتواجد الحديد مع النحاس.

وفى حالة الذهب والفضة يمكن فصل الذهب عن الفضة أو العكس باستخدام أحماض ومساحيق حمضية وهى أساساً من مزيج من مواد ألومنية (شبيهة) وحمض الكبريتيك متحداً مع النتر ويمكن بواسطته فصل الذهب، إلا أن كلاً منها بمفرده ليس له هذه الخاصية. ويضاف مسحوق النتر لعمل هذا المزيج المطلوب للفصل عادة فى بواتق خزفية قد تكون مبطنة بالرصاص.

كما وقد يكون هناك أكثر من طريقة لفصل الفلز المطلوب واستخلاصه من الخام يختار المَعْدِنُون أقلها من ناحية التكلفة. ويتم الفصل باستخدام الحرق والصهر سواء فى الأفران أو البواتق أو فى قنوات مجهزة لهذا الغرض. وسوف أتحدث (أجريكولا) عن بعض تفاصيل ومكونات الأفران وأوضحها بلوحات مناسبة.

عادة ما تكون حوائط الأفران بسمك حوالى نصف المتر وبارتفاع حوالى 4.5 م مع أطوال تتناسب مع عملية الصهر المطلوبة. كما أن عدد الأفران المستخدمة يتناسب أيضاً مع عملية الصهر، إلا أنه لا يزيد عن ستة أفران فى أغلب الأحيان. ويفضل أن تكون الحوائط من الأحجار الطبيعية بالمنطقة. وعادة لا يزيد عرض الفرن عن المترين.





وتزود الأفران بمداخن تسمح بتصاعد الأدخنة الناتجة أثناء التشغيل كما في اللوحة (شكل 9 - 1). وللفرن فتحات وأبواب مناسبة للتشغيل كما في لوحة (شكل 9 - 2) وبها تبدو الفتحات الأمامية للفرن (B) والأبواب (C) ومجموعة الأغذية الحجرية لقنوات صرف المياه، وكذلك مجموعة المداخن (E)، (F)، (G) وأنبوب سحب البخار الناتج (H).

أما اللوحة (شكل 9 - 3) فتبين منافخين لدفع الهواء بأحد الأفران. وقد يأخذ الفرن شكل المربع.

وتصنع المنافخ الدافعة لتيار الهواء من جلود الخيول أو من الأفضل من جلود الثيران أو الخنزير. وتبين لوحة (شكل 9 - 4) أجزاء المنافخ وطريقة تصنيعها بالموقع قبل التركيب. أما عن طريقة تحريك المنافخ فتوضحها اللوحة (شكل 9 - 5). وقد تستخدم قوة المياه المندفعة لتحريك العجلات المائية، التي بدورها تقوم بتحريك وتشغيل المنافخ كما بلوحة (شكل 9 - 6).

وبالنسبة للوقود المستخدم في الأفران فهو عادة ما يكون الفحم النباتي وذلك بالدفع من الفتحات السفلية للفرن المخصصة لذلك كما بلوحة (شكل 9 - 7). وقد يحتاج الأمر إلى الكربة بمجموعة من الكرابيل كما باللوحة (شكل 9 - 8) وبها يبدو الكربال (A) والجاروف (C) وعربات مزدوجة العجلات (D) والمنخل (E).

وتوضح اللوحة (شكل 9 - 9) ثلاثة أفران (A)، (B)، (C) حيث يصب أحد العمال السبيكة قبالة الفرن (A) في البوتقة الأمامية (D) بواسطة ملعقة الصب أو الكبشة (E). بينما قبالة الفرن الثاني (B) يقوم أحد العمال بفتح الفتحة السفلية بواسطة قضيب أو ذراع خاص بالفتح (H). بينما أمام الفرن الثالث (C) يقف أحد العمال على سلم أمام الفرن المفتوح لإسقاط الشوائب العالقة. وباللوحة نفسها تبدو بعض الأدوات المستخدمة.



وقد تكون هناك مجموعة أفران بعضها تحت المنسوب السائد لسطح الأرض كما هو الحال بمنطقة كارينثيا بالنمسا، التي تبينها اللوحة (شكل 9 - 10) وفيها الفرن (A) والحائط السفلى (B) وحطب الفرن (C) والخام الذي يستخلص منه فلز الرصاص (D) وبوتقة كبيرة الحجم (E) ومجموعة من البواتق الأصغر حجماً (F).

كما تبدو في اللوحة كتل الرصاص المصبوبة (H) والفتحات مستطيلة المقطع في الحائط الخلفي (I) والفرن الذي يطلق عليه (الساكسوني) وهو بالرمز (K) مع فتحة في الحائط الخلفي أيضاً (L) والبوتقة العليا (N) والسفلى (O). بينما على سطح الأرض في نفس اللوحة (شكل 9 - 10) تبدو طريقة (وستفاليا) للصهر (P) وأكوام الفحم النباتي (Q) وهشيم محطم (R) والكتل المسطحة (S) وأخيراً ما يطلق عليه الفرن البولندي (V).

أما الأفران المنشأة على السطح بواسطة أعمدة فتبينها اللوحة (شكل 9 - 11) وفيها الفرن (A) والسقف القبوي الشكل (B) والأعمدة (C) وغرفة تجميع الغبار والأتربة (D) والفتحة (E) والمدخنة (F) والشباك أو النافذة (G) والأبواب (H) وأخيراً المجرى (I).

وهناك أفران صغيرة كما بلوحة (شكل 9 - 12) وفيها فرن صغير (A) والمنفاخ (B) والقرص الحديدي (C) وبشورى (D) وكذلك قرص خشبي (E) وبه فتحة النفخ (F) وذراع الحركة (G) والمشبك (H) والحلقة (I)، بينما تبدو في اللوحة كتل فلز القصدير المستخلص بواسطة الفرن (A) وهي بالرمز (K).

وقد يحتاج الأمر إلى غسيل قطع الخام بعد تكسيرها كما باللوحة (شكل 9 - 13) وبها الفرن (A) المزود بالمنفاخ (B) وماسكات (C) ومطرقة التكسير (D) ومجرى تيار الغسيل (E).





كما تبين لوحة (شكل 9 - 14) وحدة حرق (A) وعليها كومة الحطب (B) مع وحدة حرق غير مشتعلة (C) بالإضافة إلى مجموعة بوابق (E) مجهزة للحرق وتبدو بالجوار مجموعة بوابق علوية (F) وسفلية (G).

وتستخدم الأفران التي على شكل بوابق في حالة الاستعانة بالرمال بعد غسلها كما باللوحة (شكل 9 - 15) حيث البوابق الكبيرة (A) فوقها بوابق صغيرة (B) موضوعة على حوامل ثلاثية (C) ويتم غسل الرمال في برميل مخصص لذلك (D).

أما اللوحة (شكل 9 - 16) فتبين بعض تفاصيل المعدات ومنها كور الحريق وعليه الحطب المشتعل (A) والكور الأمامي (B) والكبشة (C) وكبشة حديدية أخرى (D) وما يطلق عليه الرغيف أو الكعكة (E) كما يبدو في نفس اللوحة كور حجرى (F) ومجارى (G) وحفر التجميع (H) وقطع حطب صغيرة على المجارى (I) بينما يرمز الحرف (K) لاتجاه الرياح التى تسحب الأدخنة المتصاعدة بعيداً عن الموقع.

وفى لوحة (شكل 9 - 17) يظهر نوع من الصناديق الدوارة التى تتحرك تبعاً لاتجاه حركة الرياح (A) حول محور (B) على حامل (C) وتركيبه (D) على حوامل (E) والحطب المشتعل (F) وقضيب أو ذراع (G) وبوابق صهر البزموت (H) والبوابق الصغيرة (I) والكعك الناتج (K) وشوك التقلب (L) والكاسحة أو المكينة (M).

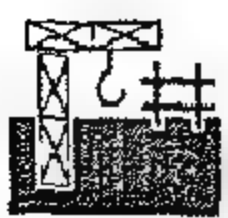
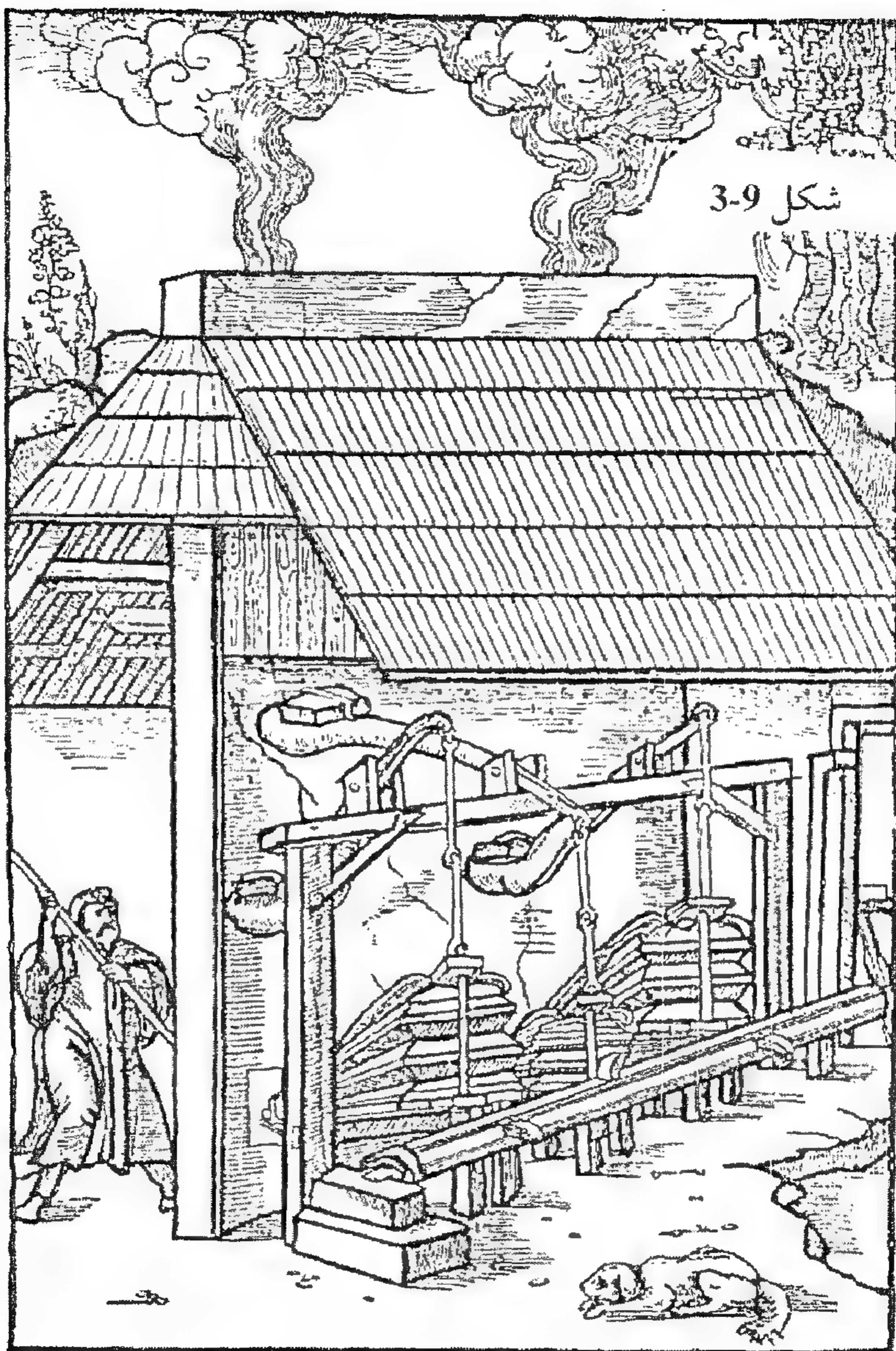
\*\*\*



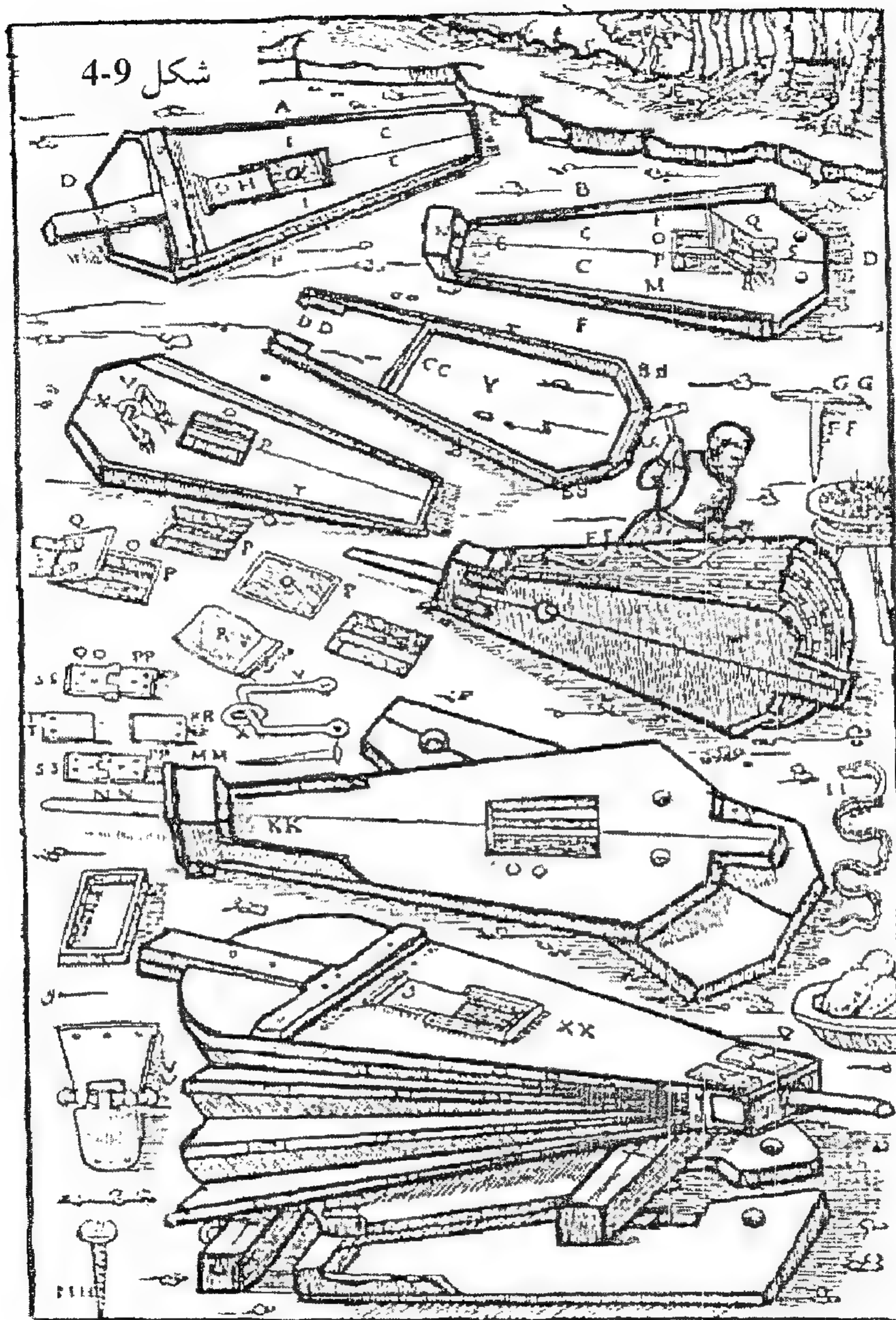




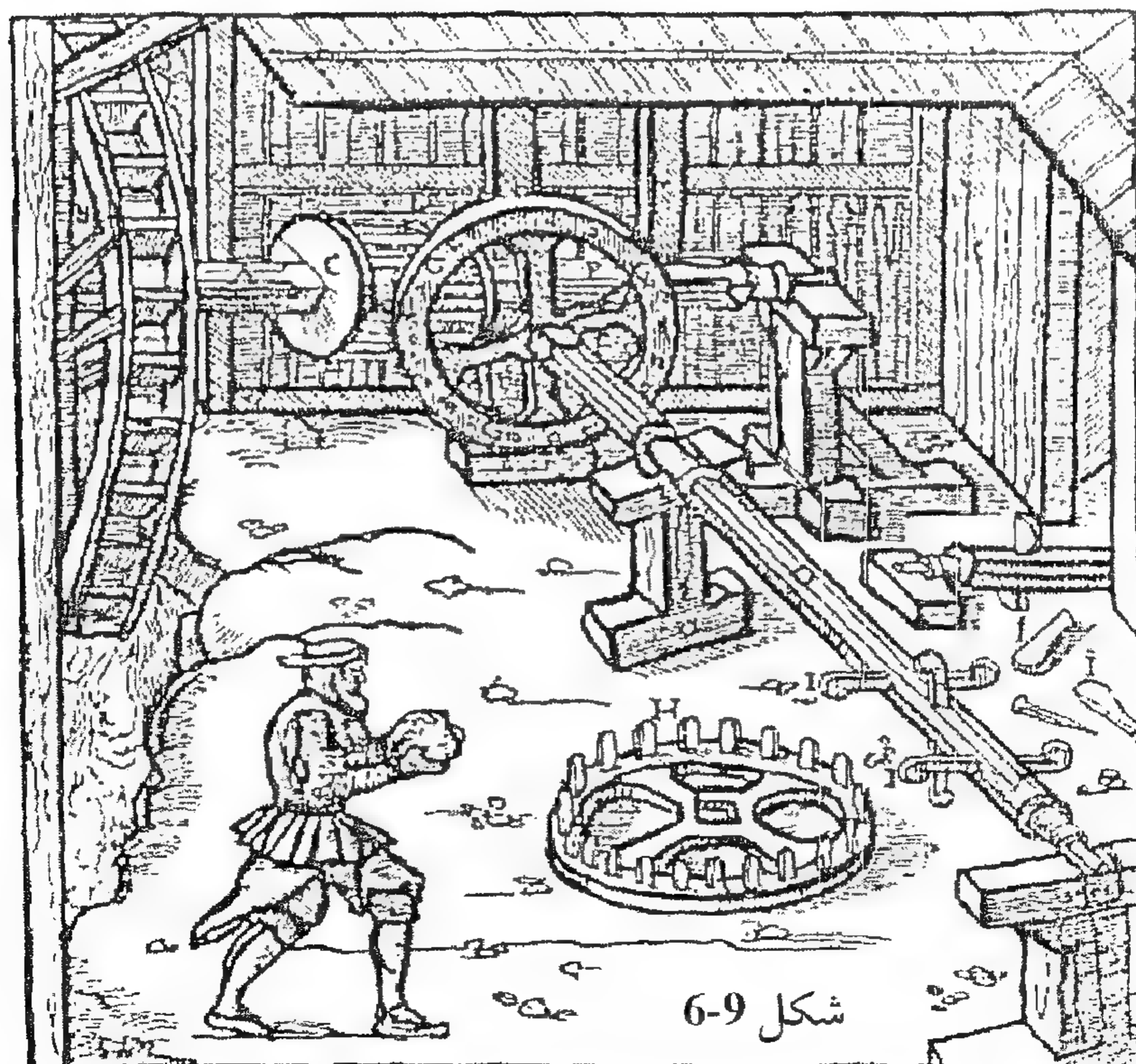
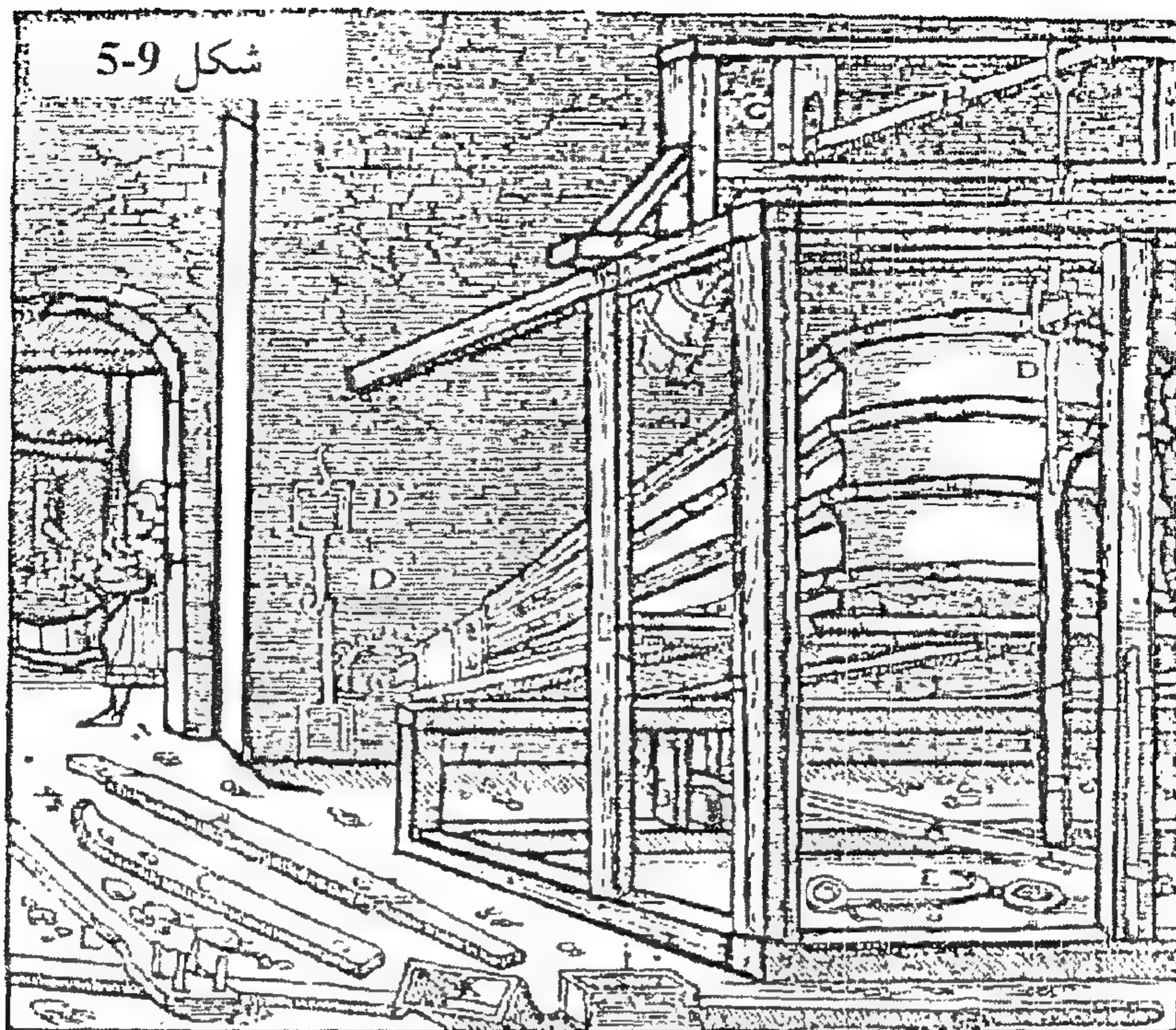














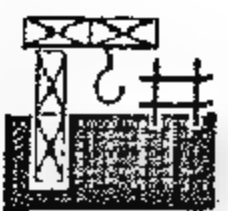




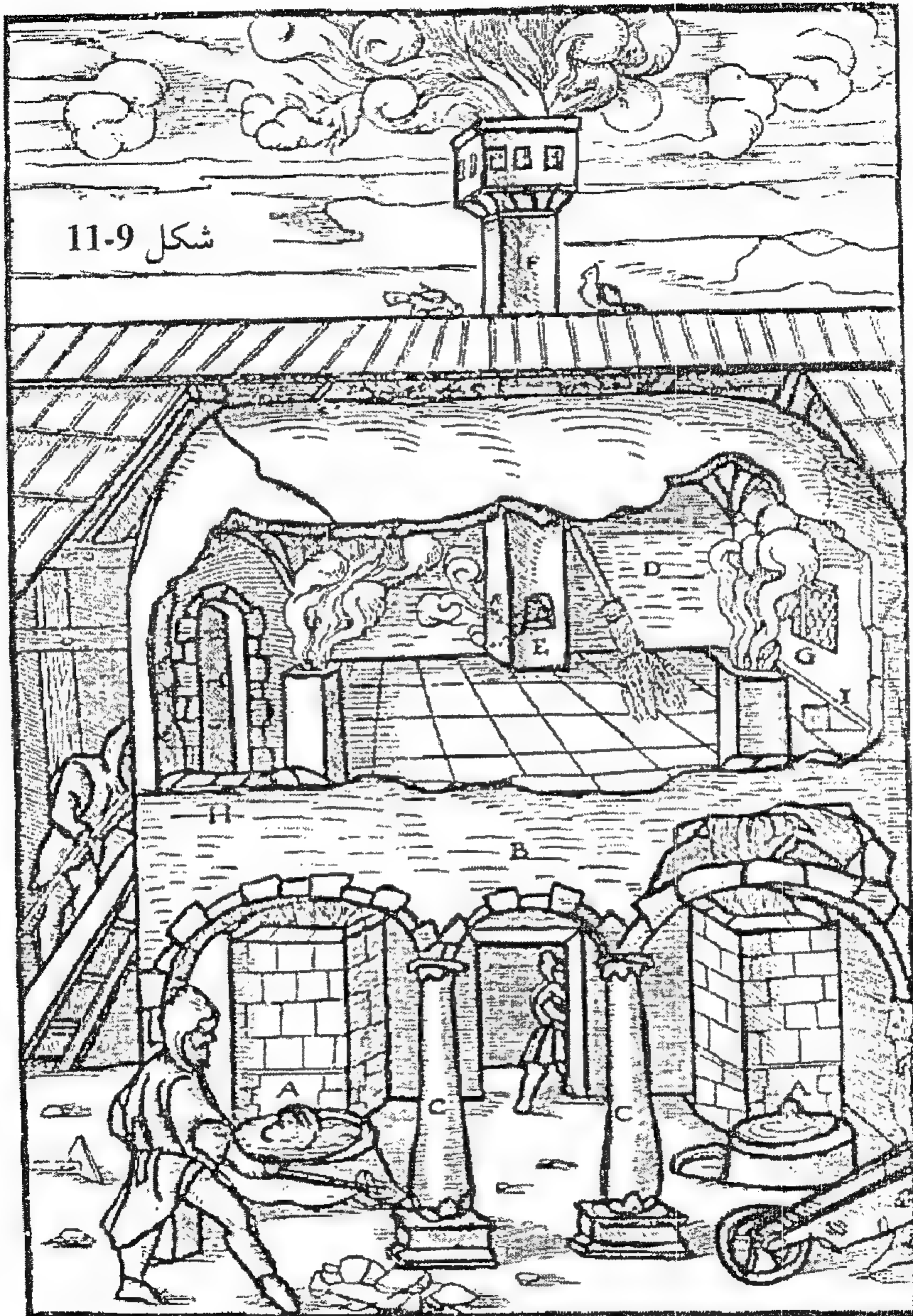
شكل 9-9



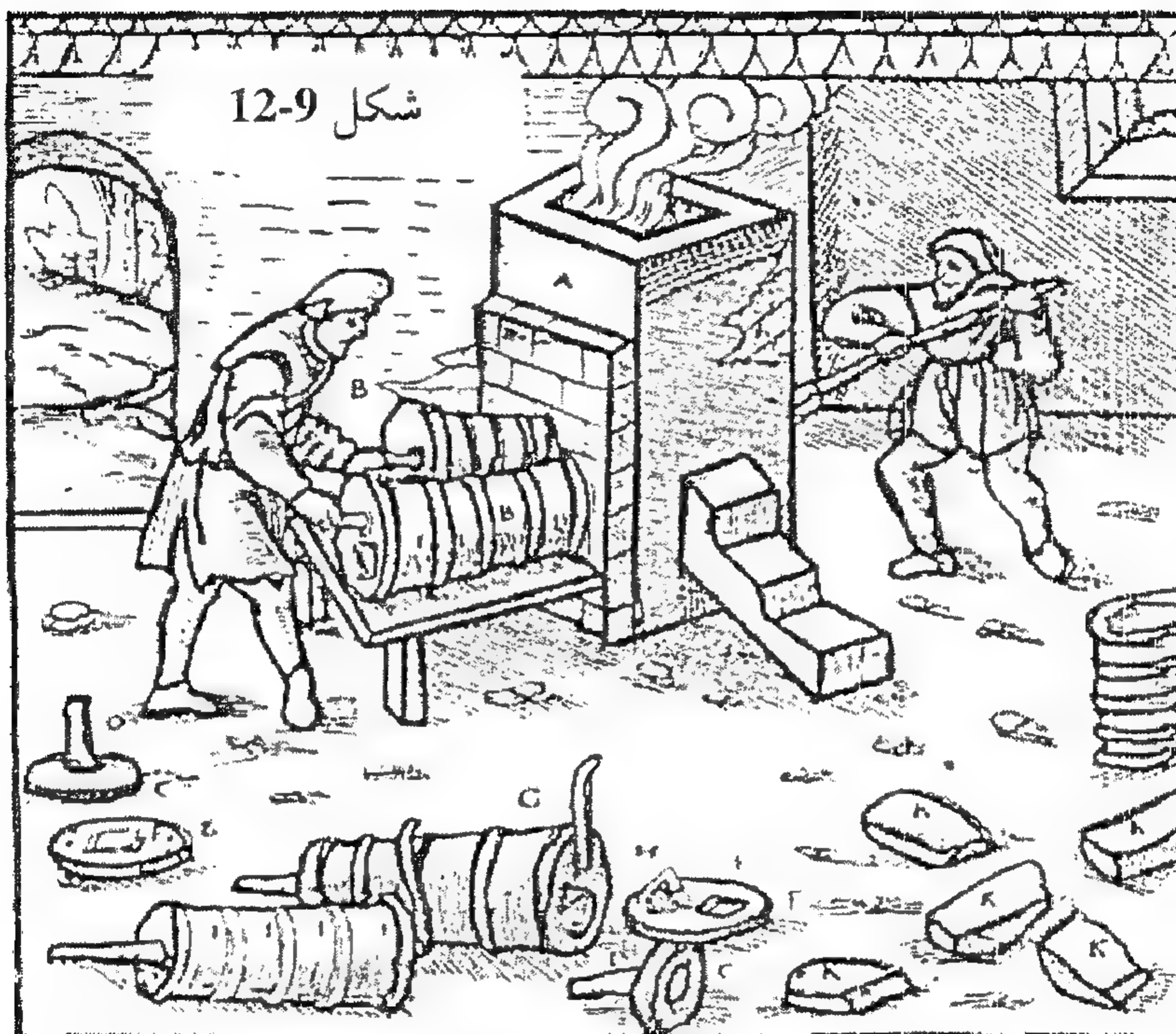


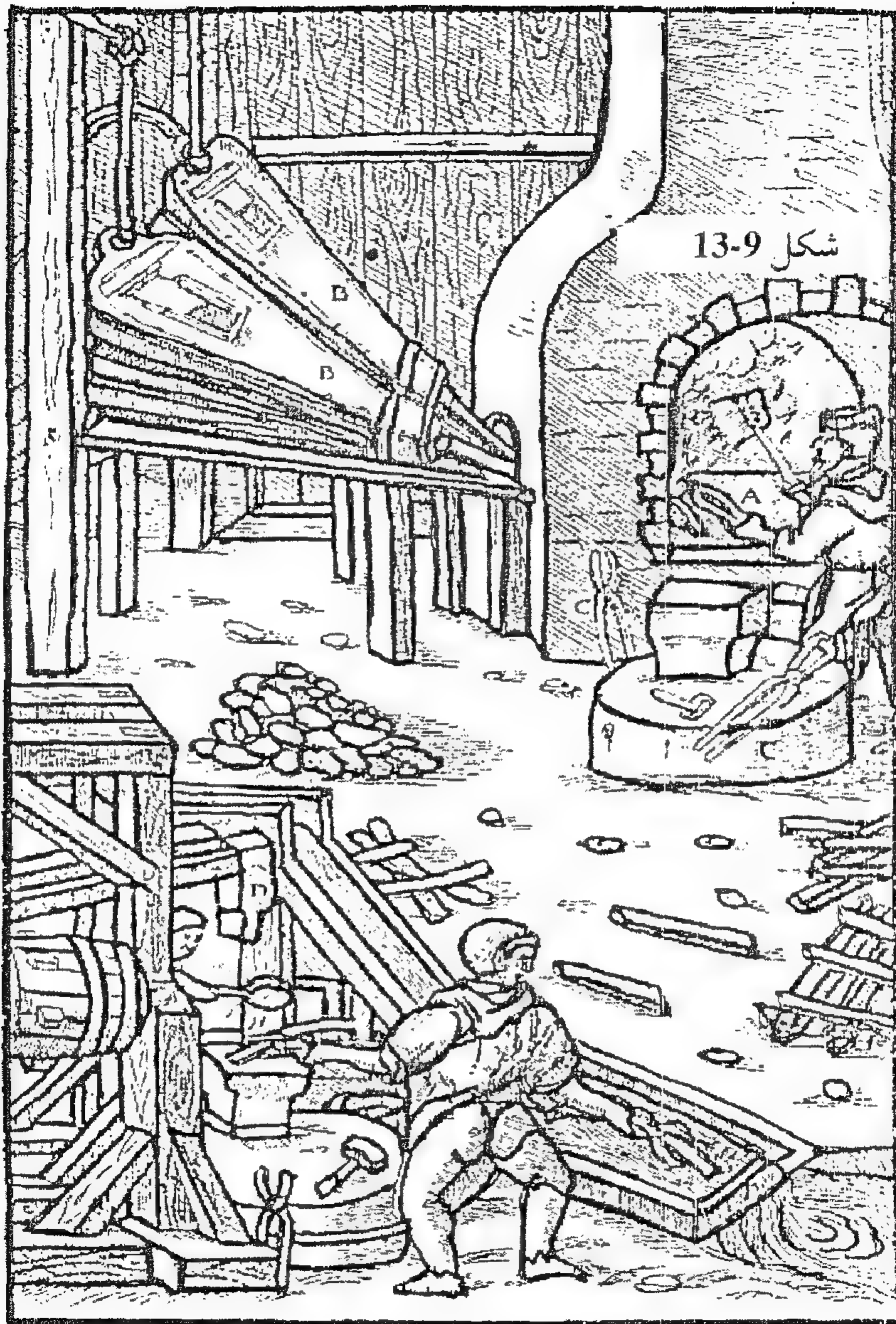




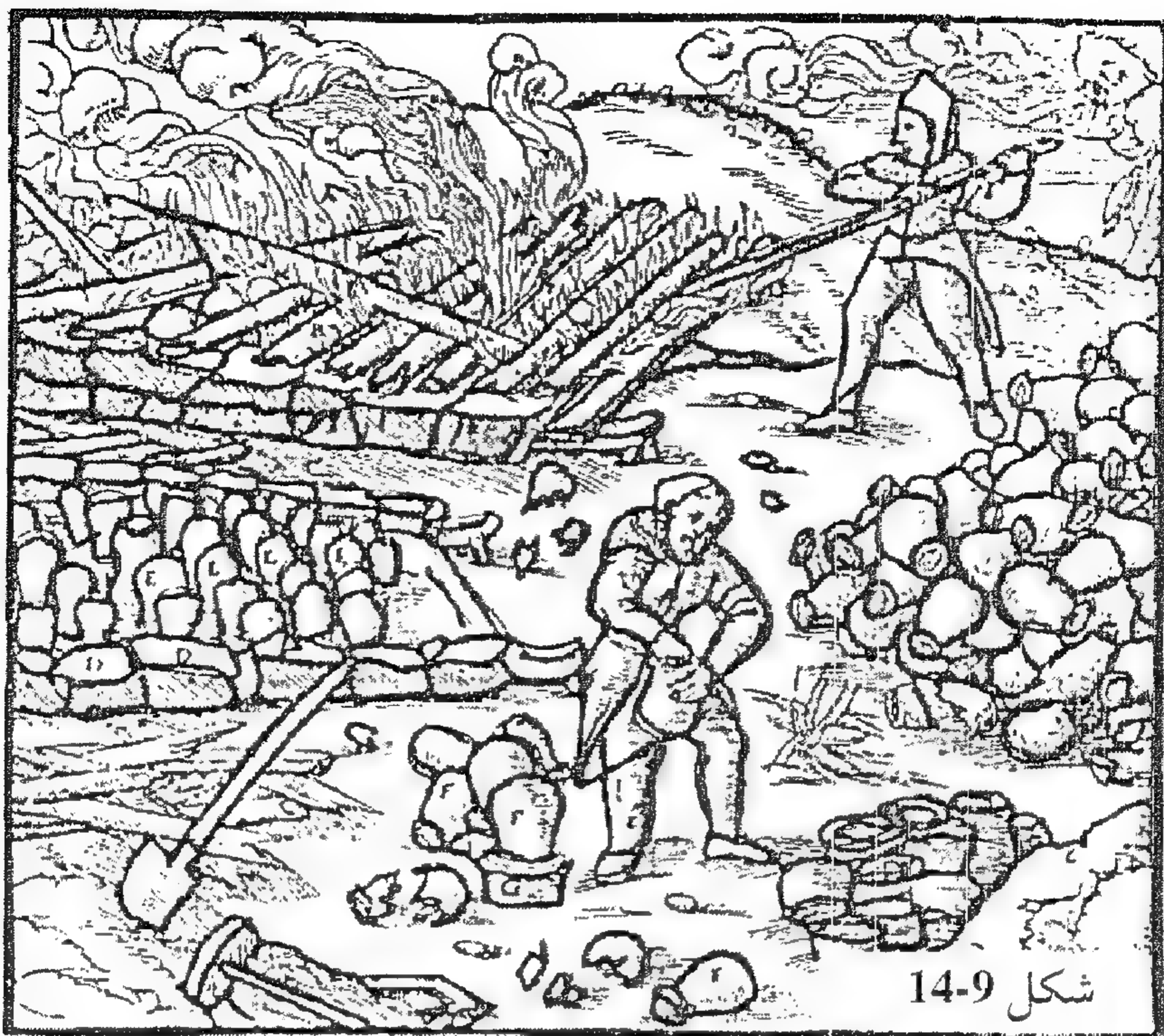












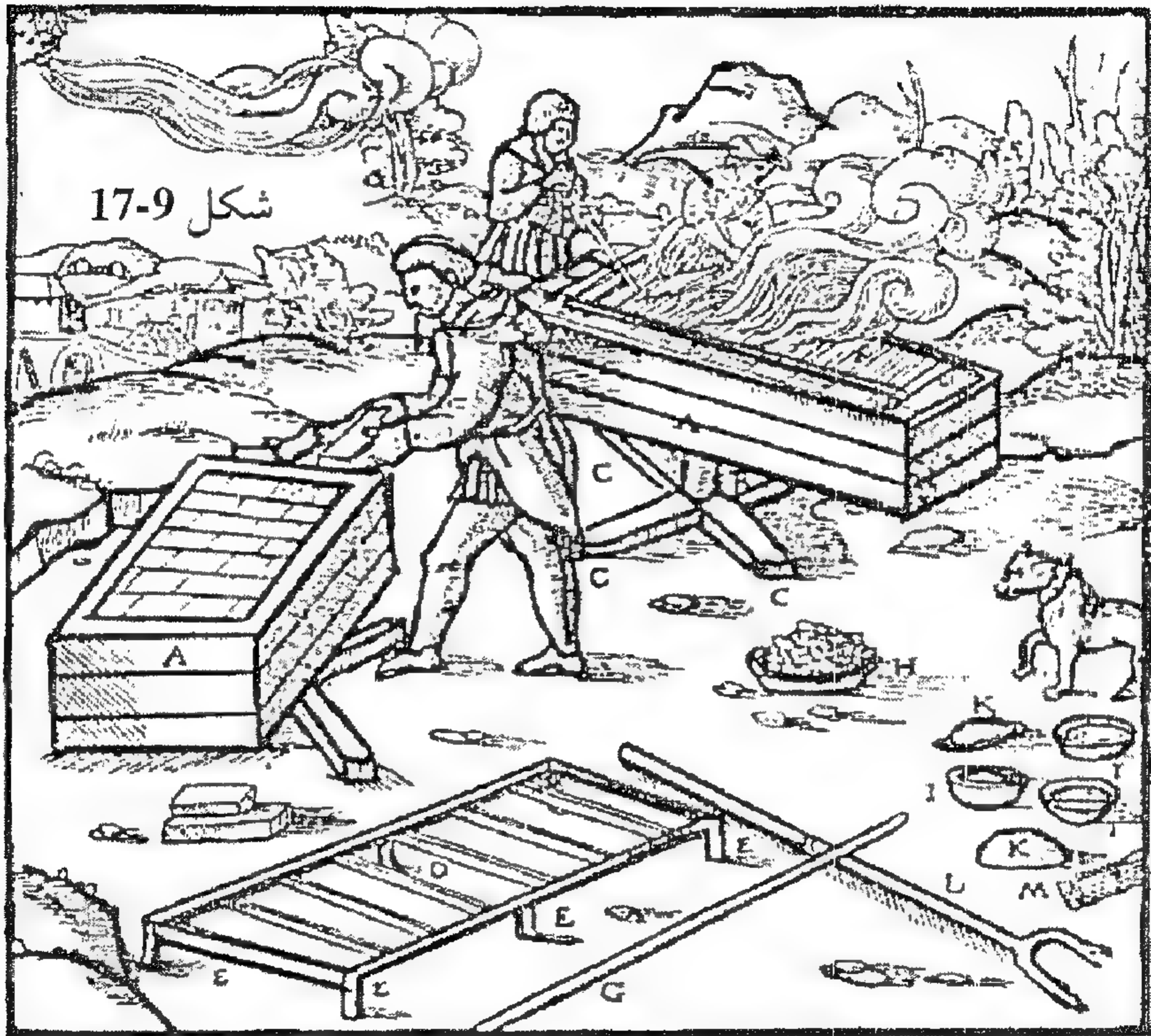




شكل 9-16







## الكتاب العاشر

أتناول (أجريكولا) بالحديث فى هذا الكتاب عمليات ومعدات فصل الذهب عن الفضة، والفضة عن الذهب وكذلك فصلها عن النحاس، بالإضافة إلى فصل القصدير عن الذهب وكذلك فصلها عن النحاس، بالإضافة إلى فصل القصدير عن كل من الفلزين الثمينين الذهب والفضة وتنقية الفلزات الثمينة من شوائبها، وقد تناولت بعضها فى الكتاب السابق.

وتبدأ هذه العمليات باستخدام حمض أو مسحوق حمضى يدخل فى تركيبهما الزاج وكذلك الشبة (كبريتات الألومنيوم). وهناك تسع تركيبات معروفة لإعداد الحمض أو المسحوق فى فرن مستطيل أو مربع الشكل بطول حوالى نصف متر وبارتفاع حوالى المتر، مغطى بطبقة خزفية وله فتحات للتهوية ويوضع الفحم النباتى فى جزئه الأسفل.

وتوضح لوحة (شكل 10 - 1) فرن الإعداد (A) فى الجهة اليسرى من اللوحة وفتحته المستديرة (B) وفتحات الهواء (C) وفتحة الفرن (D) وأنية الصهر (F) وقصعة (G) وأغطية (H) وإناء توجيه (I) ومثله (K) وسلّة (L) التى توضع فيها الأوانى لحمايتها من الكسر.

وكمثال: يجرى اختبار فصل الفضة من الذهب بصب السبيكة لتحديد نسبة الفضة فى الذهب، ثم بالمعالجة بالحمض نحصل على ذهب يكاد يكون نقيًا، وإلا تتكرر العملية أكثر من مرة حتى نصل إلى درجة النقاء المطلوبة. وتبين اللوحة (شكل 10 - 2) الأوعية الموضوعة على أماكن الصهر (A) وحامل حديدى للأوعية (B) ثم الأوعية (C) الموضوعة فى صندوق به رمال، وكذلك الأوعية (D). أما الحامل الحديدى (F) فعلى أوعية فصل الأجزاء الدقيقة من الذهب المستخلص شبه النقى. وهناك طرق أقل تكلفة من تلك التى فى اللوحة.



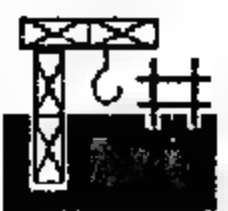


وتوضح لوحة (شكل 10 - 3) الفرن الذى يدخل فيه الهواء من الفتحة (A) وفرن حدادة وتشكيل الذهب (B) والأوعية الخزفية (C) والحديدية (D) الموضوعة على كتلة خشبية (E).

ولفصل النحاس عن الذهب مجموعة تجهيزات ومعدات تبينها اللوحة (شكل 10 - 4) حيث تبدو الأحجار المستطيلة الشكل (A) والغطاء الدائرى (B) والفتحة (C) والحوائط الداخلية (D) وآنية الصهر (F) والأغطية الحلقية (G) والمجارى (H) وغطاء الطاقة أو القلنسوة (K) والدائرة الحلقية (L) ومجموعة الأنايب (M) والصمامات (N) والسلاسل المستخدمة فى الرفع والتثبيت كما فى أعلى يسار اللوحة (O).

أما فى حالة تنقية الفضة من القصدير، فيجب إضافة النحاس والفحم النباتى، وتبين لوحة (شكل 10 - 5) بعض المعدات لهذا الغرض حيث يقوم العامل الماهر (A) بذك الخليط بالمدك (B)، وباللوحة حزم القش والخطب (H) مع مجموعة من المعدات. وفى اللوحة (شكل 10 - 6) يبدو الفرن (A) والخطب (B) وصهير الفضة (C) واللوح المعدنى (D). ويلاحظ فى أسفل اللوحة العامل الماهر (E) الذى يبدو جائعاً ويتناول بعض الدهون والزيوت التى تساعد على التغلب على الآثار الضارة للسموم الناتجة عن الأدخنة المتصاعدة من الفرن. وتركز اللوحة التالية (شكل 10 - 7) على عملية تحميل الصبات الناتجة إلى أعلى بواسطة الحمالين إلى يمين اللوحة. كما تبدو السبيكة أو الصبة (A) والقاعدة الحجرية (B) والمطرقة (C) والفرن (F) الذى خرجت منه الصبة ويتصاعد منه الدخان.

وهناك طريقة نصف آلية للمعالجة تبينها اللوحة (شكل 10 - 8) وبها عمود رأسى (A) ودعائمه (C) والحلقة (D) والعوارض الأفقية والعلوية (E) والحلقات المستننة (M) والسلسلة (N) والبكرة (O) وخطاف الرفع (V) وثلاث سلاسل (X) وذراع الإدارة اليدوى (Y).



أما لوحة (شكل 10 - 9) فتبين قبة الفرن (A) وقاعدته (B) وقنوات أو تجاويف مخارج النواتج (C) والمدك (D) المجاور للمطرقة (E)، بينما يقف العامل الماهر (F) الذى يقوم بإعداد أنابيب من الصهير الناتج من الفرن الأيمن (H). ويبدو فى نفس اللوحة مجمع الصهير السفلى (الوجاق) وهو بالرمز (I) وسيخ (K) والأنابيب الناتجة بعد المعالجة والتشكيل (L).

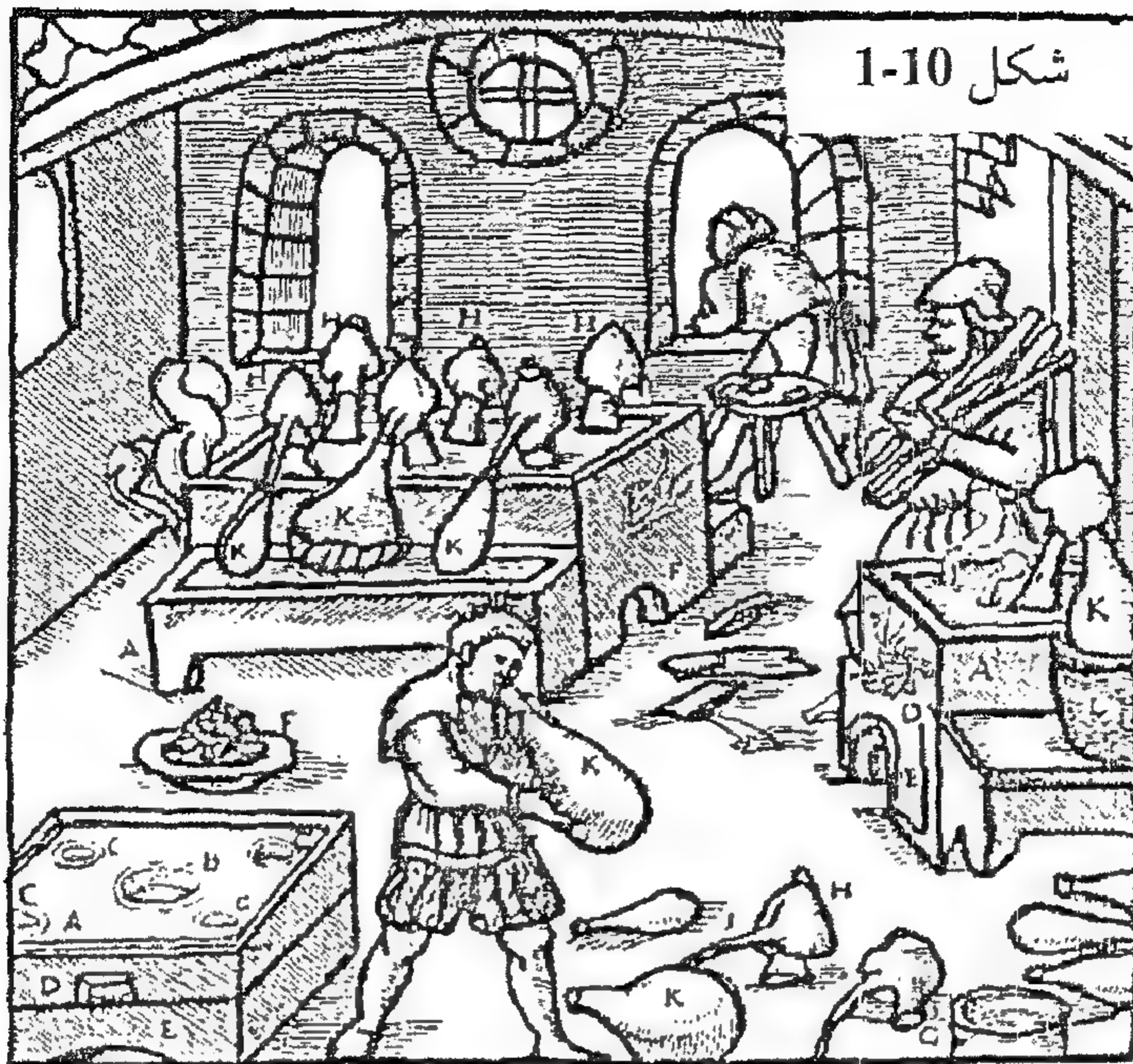
واللوحة (شكل 10 - 10) بها مشهد عام لأربعة من العمال المهرة يقومون بمختلف عمليات التنقية والمعالجة بواسطة مجموعة المعدات المستخدمة، وأولها قضيب أو ذراع بنهاية مستديرة حلقة (A) وكبشة (B) ذات فتحة (C) وقضيب مسنون (D) وشوكة (E). كما تبدو صبة الفضة (F) على هيئة شرائح فوق وعاء به ماء (G)، وكتلة خشبية (H) التى يعالج العامل الرابع إلى اليسار الصبة أو السبيكة فوقها. بينما صبة الفضة (K) على وعاء آخر به ماء أيضاً (L). وفى اللوحة العامل الأول أعلى يسار اللوحة بيده ضفيرة الأسلاك النحاسية (M)، كما يبدو الحامل الثلاثى (N) وكتلة خشبية أخرى (O) واللقمة (P) والدخان المتصاعد من الوعاء (R).

أما الملف (A) بفتحاته (B) فتبينه لوحة (شكل 10 - 11) وبها الباب الحديدى للفرن (E) وفتحته (F) والمطرقة (H) والمنفاخ (G) بجانب الفرن والحلقة الحديدية (I) التى يستخدمها البعض بدلاً من الوعاء ومطرقة السحق (K) لدك (أو كتم) الرماد فى الحلقة. وكثيراً ما يقوم البعض بتنقية الفضة فى أوعية تكون موضوعة تحت ملفات بفتحاتها (A)، وهى مصنوعة إما من مواد خزفية أو من الحديد.

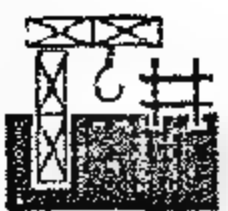
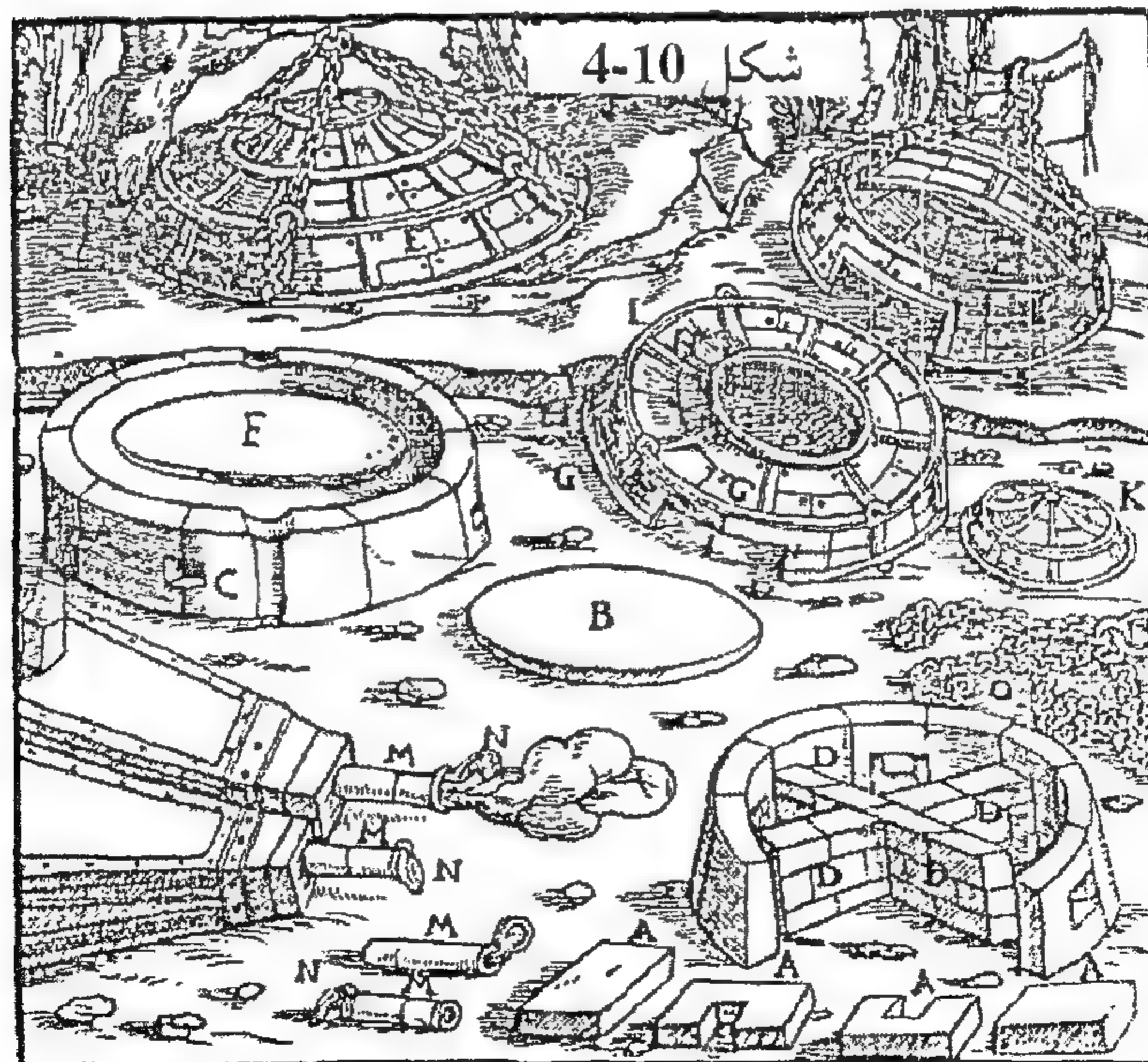
\*\*\*













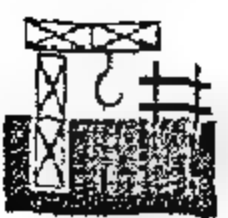
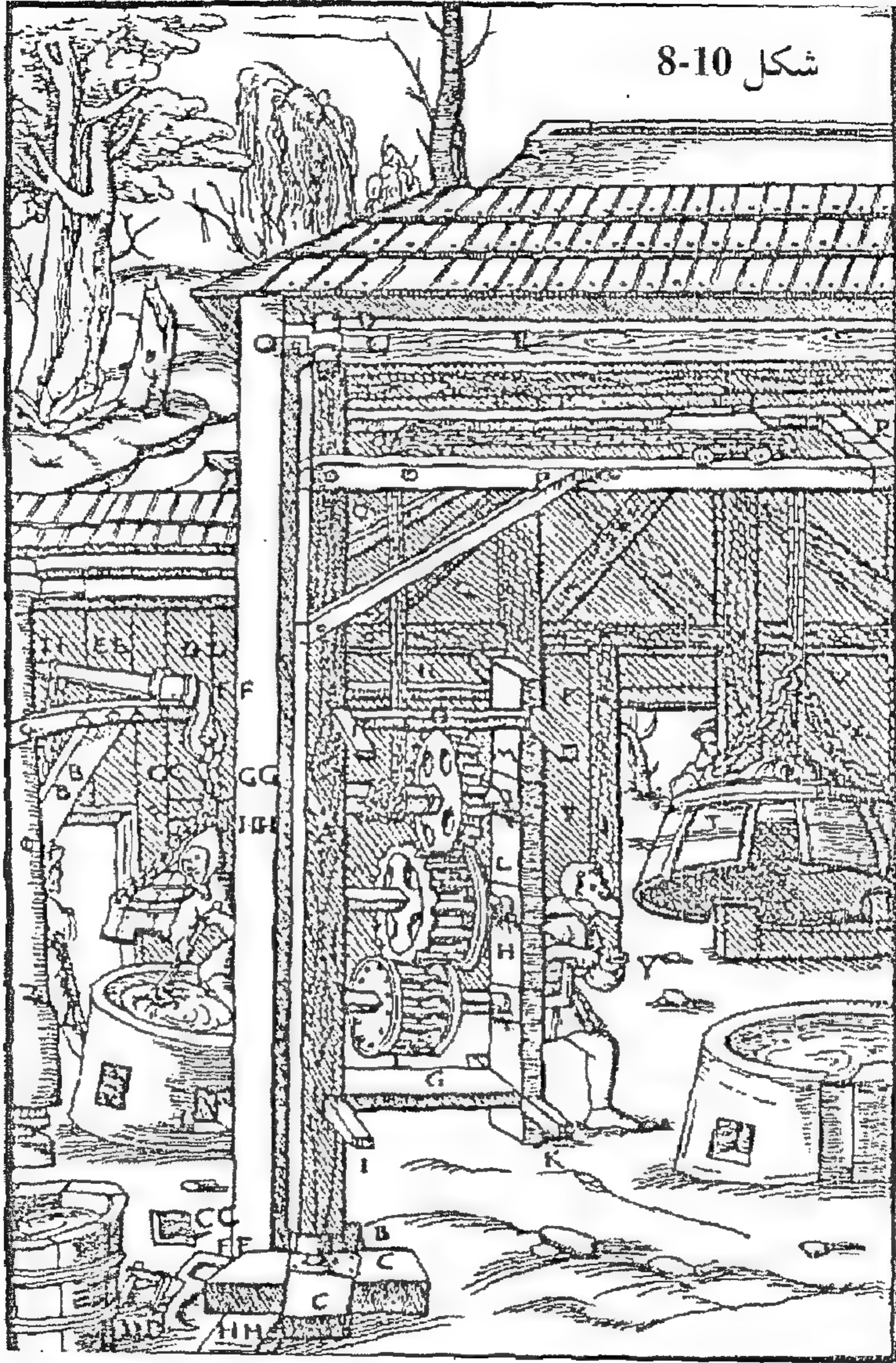


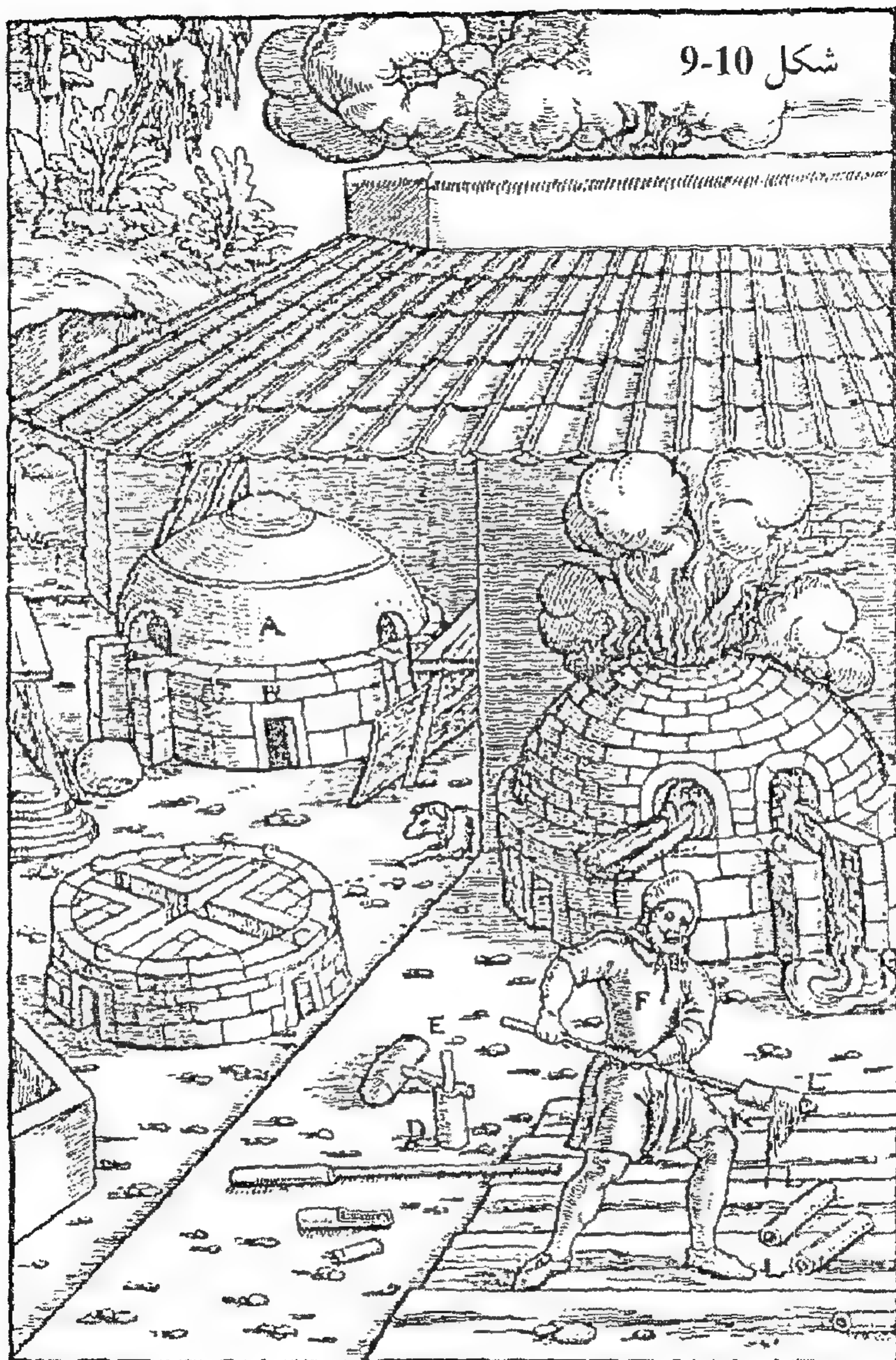




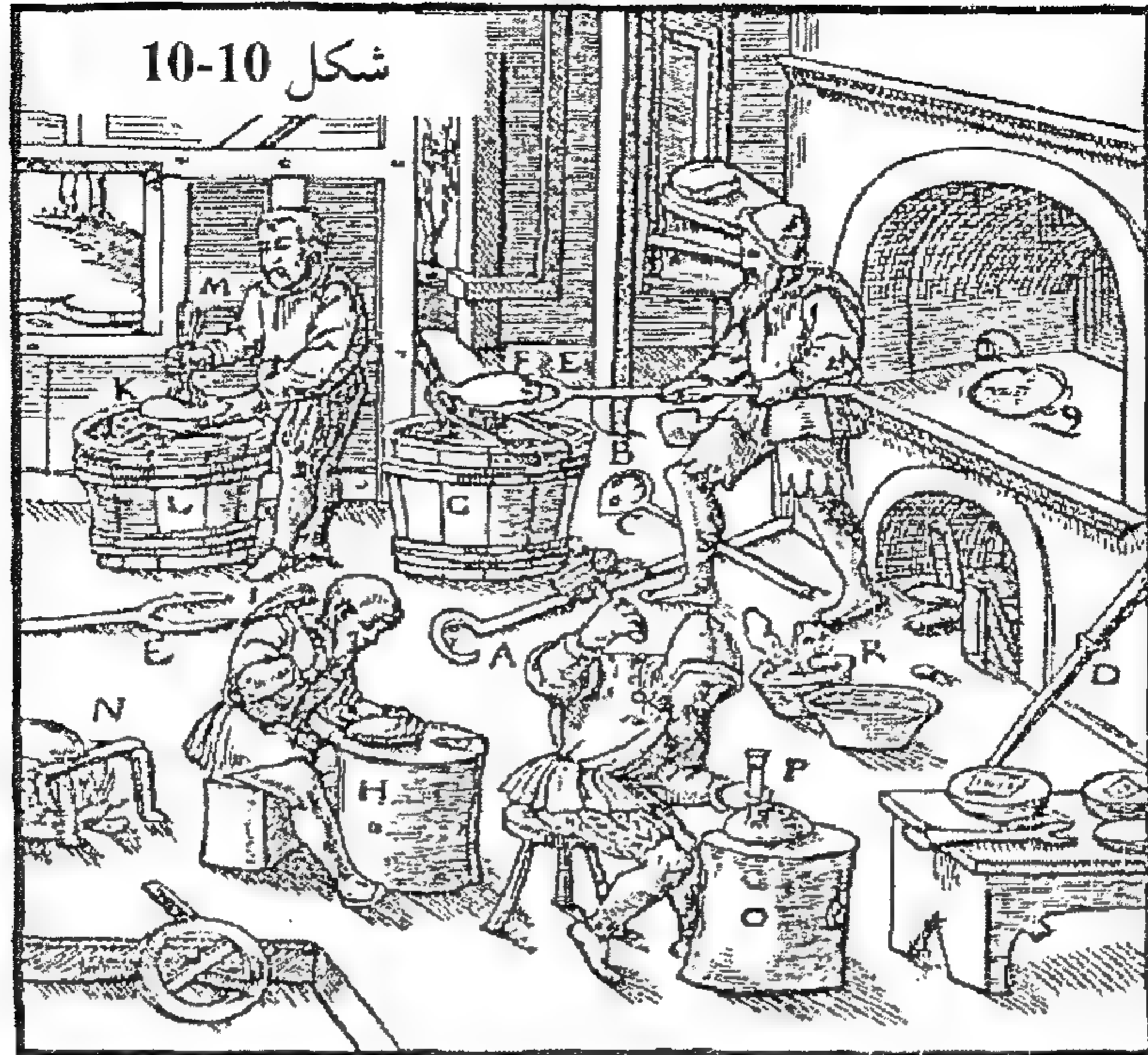


شكل 8-10







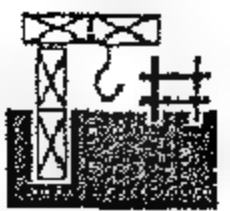


## الكتاب الحادى عشر

يحتوى هذا الكتاب على شرح لطرق ومعدات فصل الفضة عن فلزى النحاس والحديد. وتجرى عمليات الفصل فى ورش خاصة تبين إحداها اللوحة (شكل 11 - 1) وموضح فيها الأبعاد بالقدم (32.28 سم). والحوائط الطولية باللوحة تأخذ الرموز من (A) إلى (F)، بينما الحوائط الباقية هى حوائط عرضية بالرموز من (H) إلى (X). ويبلغ سمك الحوائط من نصف قدم (16.14 سم) إلى 5.2 قدم، واللوحة كما فى الأصل اللاتينى وبها الحائط (I) أبعاده مقلوبة).

وانتقل (أجريكولا) إلى بعض تفاصيل الأفران والمعدات، فاللوحة (شكل 11 - 2) تبين فرنًا مفتوحًا مائلًا (A) بجوانبه المغروسة فى الأرض (B) وحائطه الرأسى (C) لحماية خلفية الفرن من آثار الحريق عند تشغيل الفرن. وتبدو فى نفس اللوحة أوانى استقبال الفلز المنصهر (D) وكتل الرصاص المستخدمة (E) وعربة النقل الداخلى فى الموقع (F) بعجلاتها (G) والرافعة (H) والمقاطع الماسك (I) والخطب المستخدم للحريق والصهر (K) والمصبوبات (L) والكبشة (M) والمنقار أو أداة النقر (N).

أما لوحة (شكل 11 - 3) فيها الفرن القبوى (A) وحيز الاستقبال العلوى للصهير (B) والسفلى (C) والصببات الناتجة (D). وفى اللوحة (شكل 11 - 4) بعض التركيبات الميكانيكية المساعدة فى عمليات الفصل، وبها الرافعة (A) والاسطوانة ذات التجاوىف (B) والحلقة المستنة (C) لنقل حركة التشغيل وعربة النقل الداخلى بالموقع أيضاً بعجلاتها (D) ولوح مثلث الشكل للتحميل (E) والصببات الناتجة (F) وسلسلة الرافعة (G) التى ترفع بواسطة الخطاف (H)، كما تبدو باللوحة الحلقة (I) ومقبض الحداد الماسك (K).





وتوضح اللوحتان التاليتان الأفران المائلة المفتوحة المجهزة بسواند يمكن فكها وتركيبها على جوانب الفرن. ففي اللوحة الأولى (شكل 11 - 5) أساس الفرن (A) والأحجار المستطيلة (B) والمسطحات المائلة (C) في فرن الفصل والقضيب أو الذراع الماسك (F) وحلقات السلسلة (H) والقضيب أو الذراع الماسك (F) وحلقات السلسلة (H) والقضيب بالخطاف (I) وحائط الوقاية من خطر اللهب المتصاعد عند التشغيل (K) المثبت في الحائط الخلفي الأصلي (L) ومثبتات السواند الرأسية (M) على قاع الفرن المائل المفتوح. أما اللوحة الثانية (شكل 11 - 6) فيها فرنان من هذا النوع المائل المفتوح أيضاً، أحدهما (A) أثناء التشغيل، والآخر (B) الأيمن في اللوحة لم يبدأ التشغيل فيه بعد لفصل الفلزات عن بعضها البعض. ويلاحظ في الفرن الأيسر (A) حيز التجميع (C) في النهاية السفلى للفرن وقوالب الصب (D).

أما اللوحة (شكل 11 - 7) فتوضح طريقة استخدام المطرقة (B) لتجهيز بعض الأجزاء المستخدمة في عملية الفصل، بالإضافة إلى بعض المعدات الأخرى بينما اللوحة التالية (شكل 11 - 8) توضح الراقود أو وعاء (تنك التجميع) بالرمز (I). وفيها الحوائط الجانبية (A) والقبوان الأمامي (B) والخلفي (C) والحائط الخلفي (D) في عمق اللوحة وفتحات التنظيف بالنفخ (F) والغلاف السقفى (G) وقاع أو أرضية الفرن (H). وفي أسفل يمين اللوحة حيث الراقود تبدو فتحة التجميع (K) والسدادة (L)، بينما في أعلى اليمين الباب الحديدى بتفصيلاته (P) و (O) و (N) بالإضافة إلى السلاسل والخطاطيف ومجموعة من قوالب الطوب المستخدم (S) أسفل يسار اللوحة.

ولقد تم تخصيص اللوحة التالية (شكل 11 - 9) لتوضيح طريقة فتح باب الفرن بالرفع بالسلاسل (A) ويبدو على الأرضية أمام الفرن خطاف (B) وشوكة مزدوجة (C) ومعدات الرفع (D) والراقود (E).

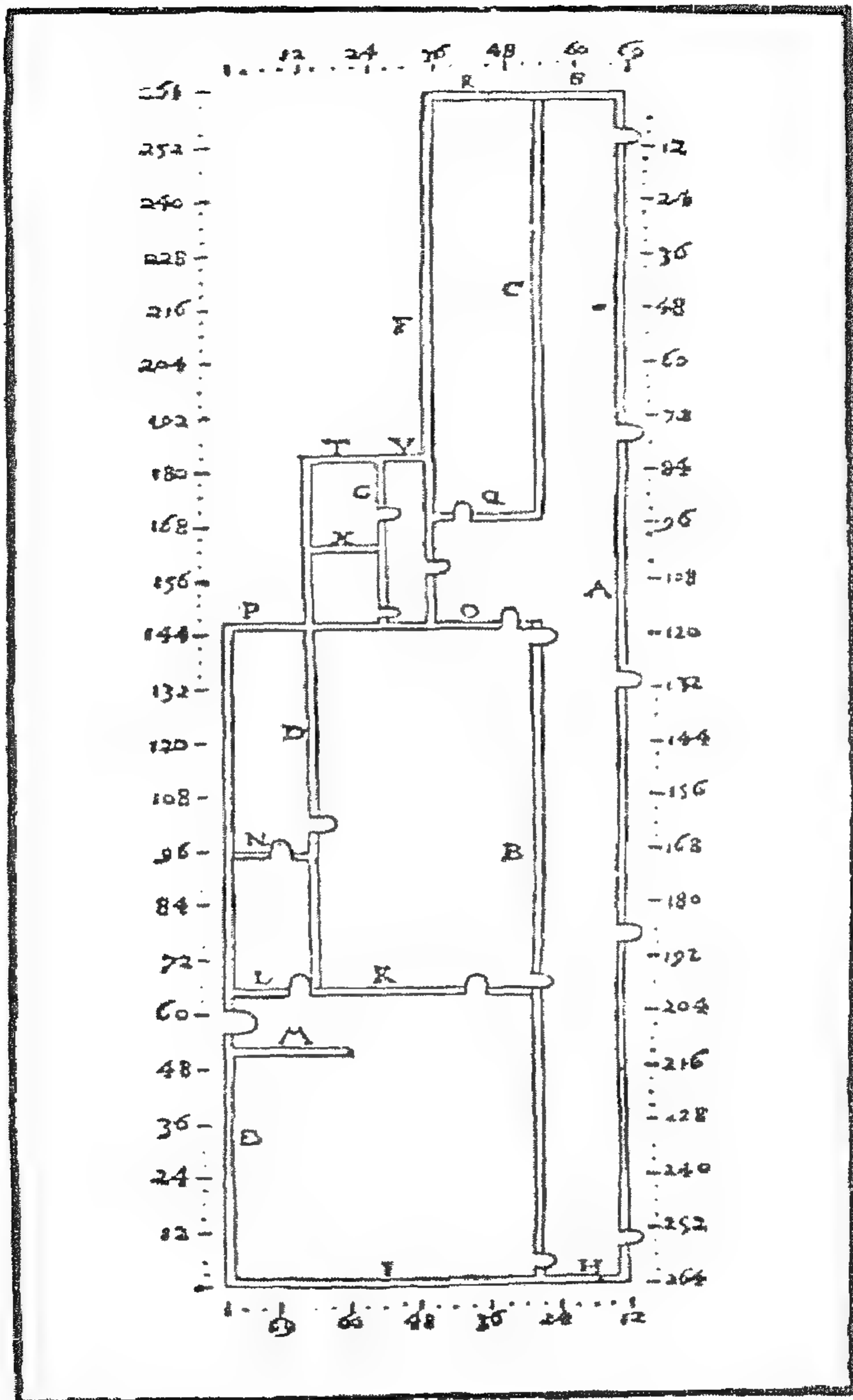


وتبين اللوحة (شكل 11 - 10) فرن الصهر (A) وفى مقدمته من الجهة اليسرى صفيحة أو قضيب التوجيه (B) وصفيحة أخرى على الأرض أسفل يمين اللوحة بجوار القضيب ونلاحظ اللقمة (C) مع أقراص النحاس التى تمت تنقيتها (D) وسحبها بواسطة صفيحة التوجيه وقضيب السحب. كما توضح اللوحة ماسك الأقراص (E) وعملية التقسية فى وعاء على شكل برميل (F).

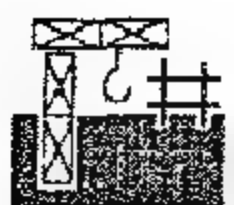
\*\*\*





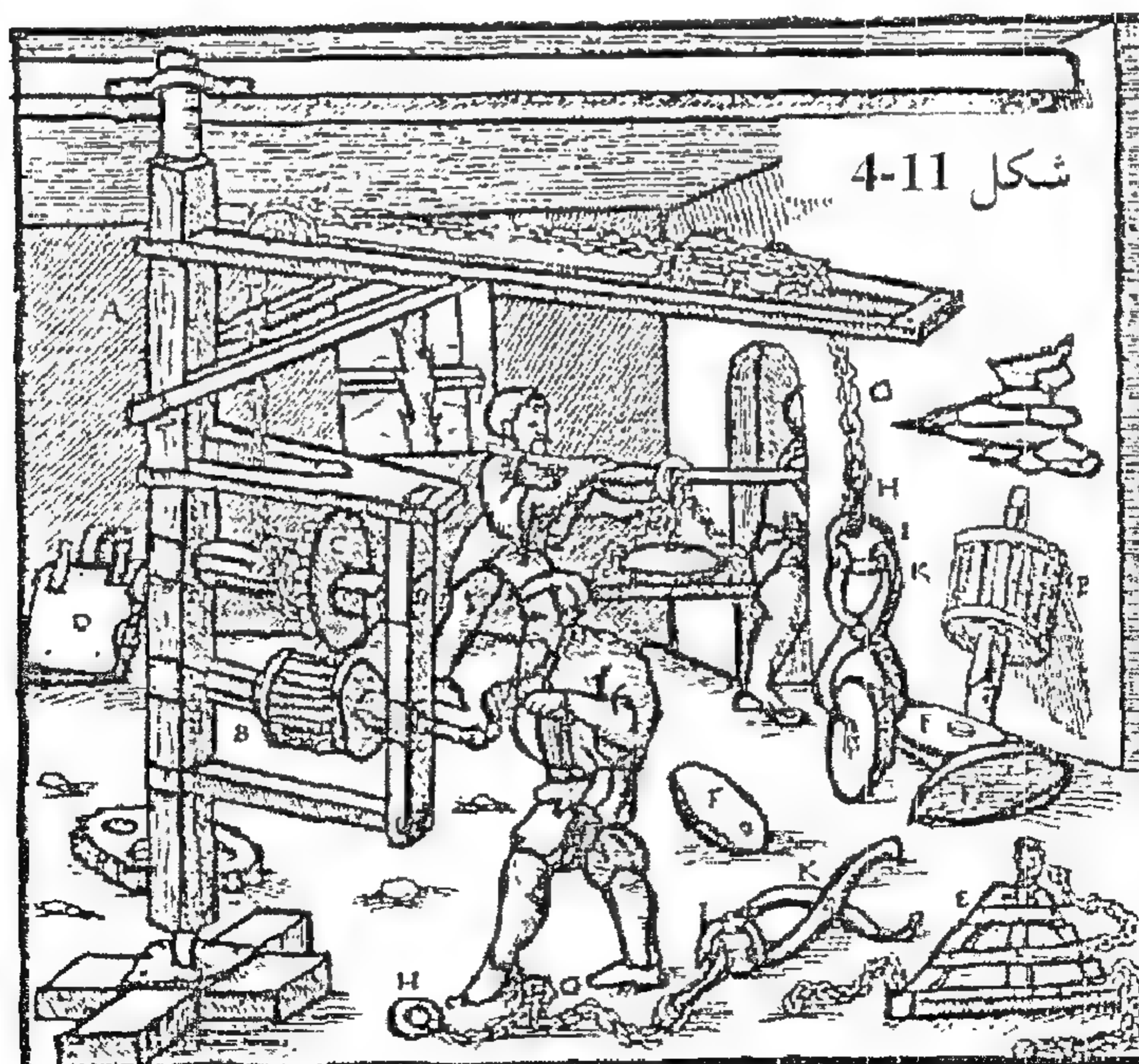
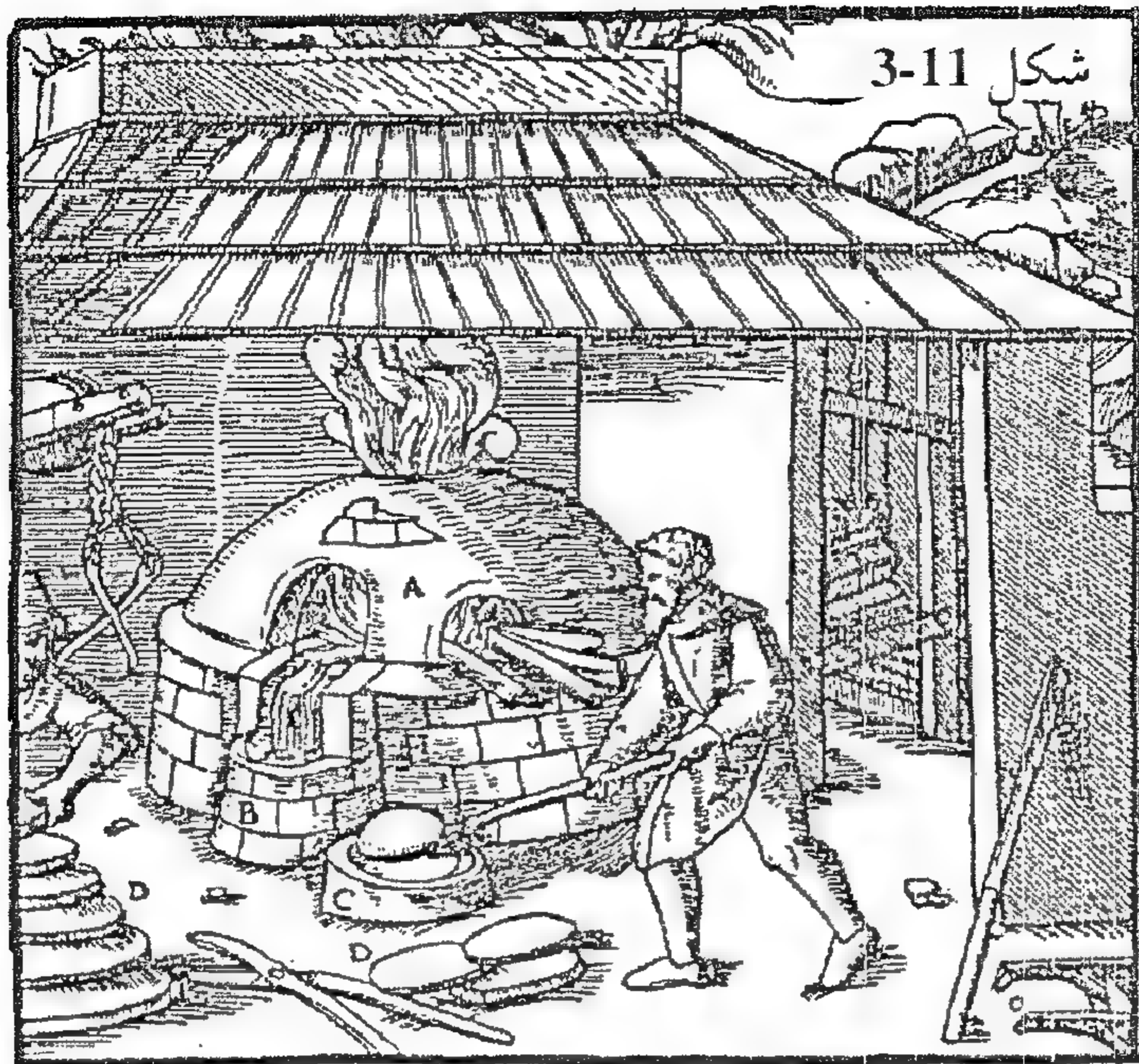


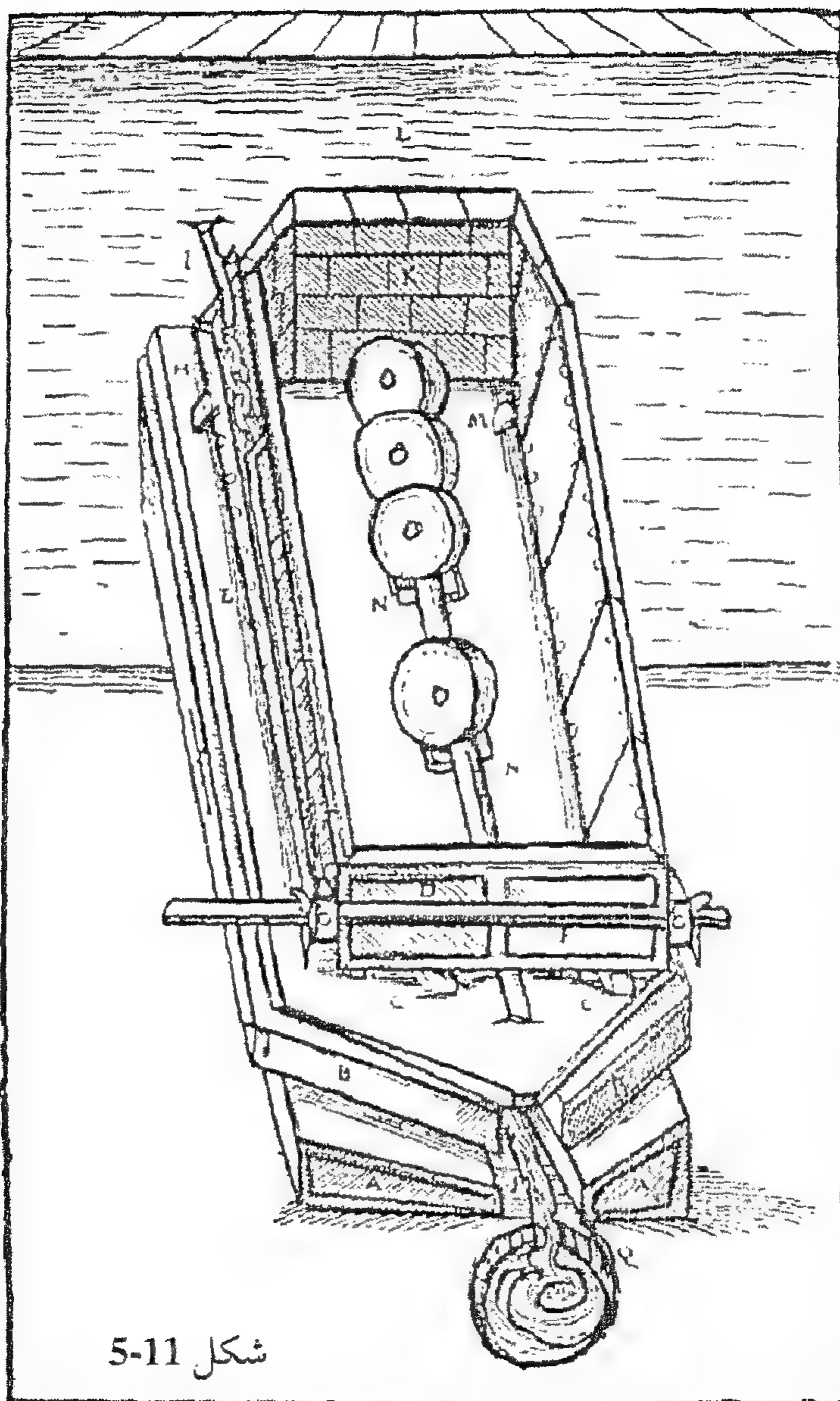
شکل 1-11













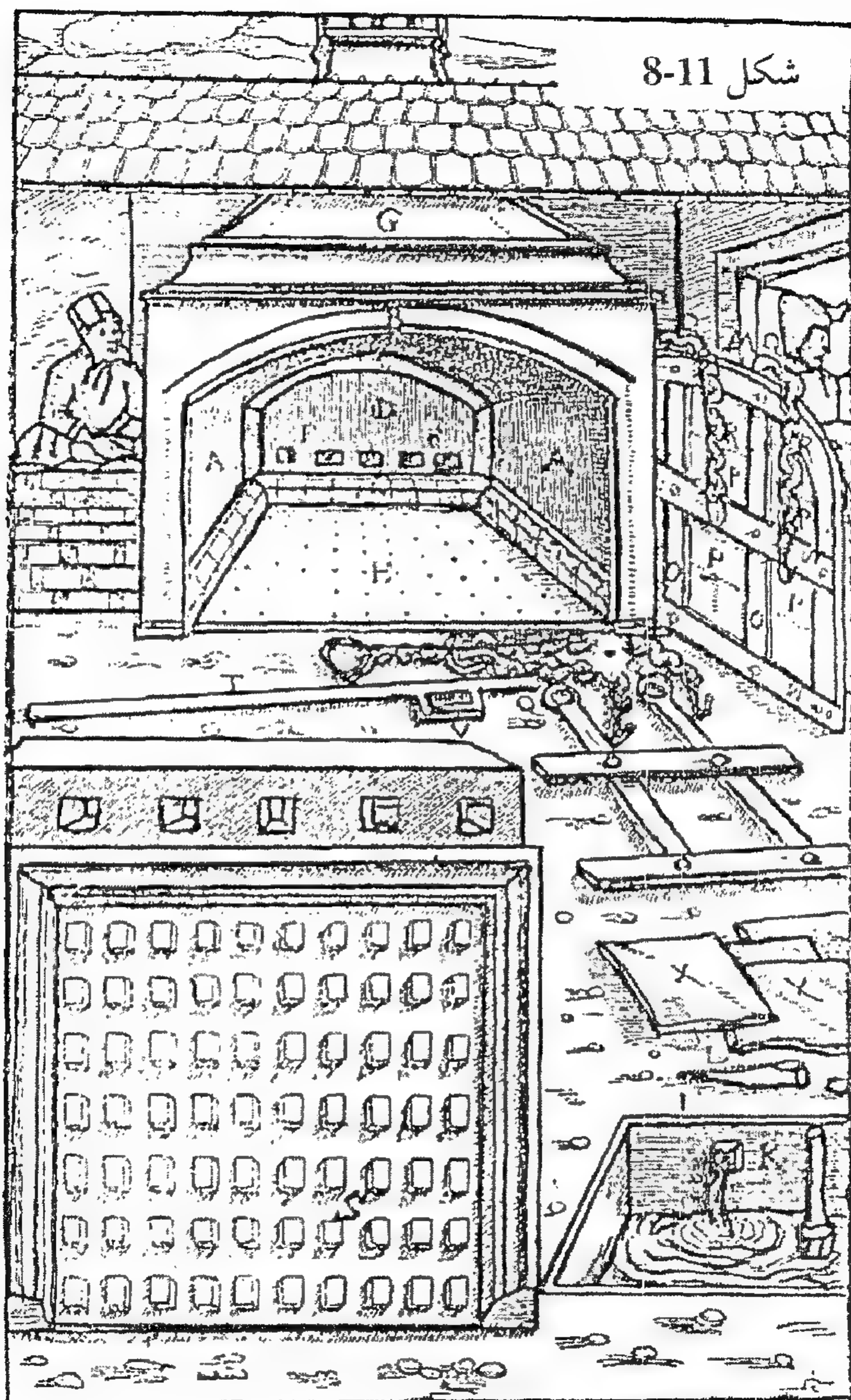


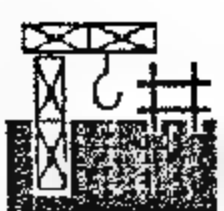


شكل 7-11

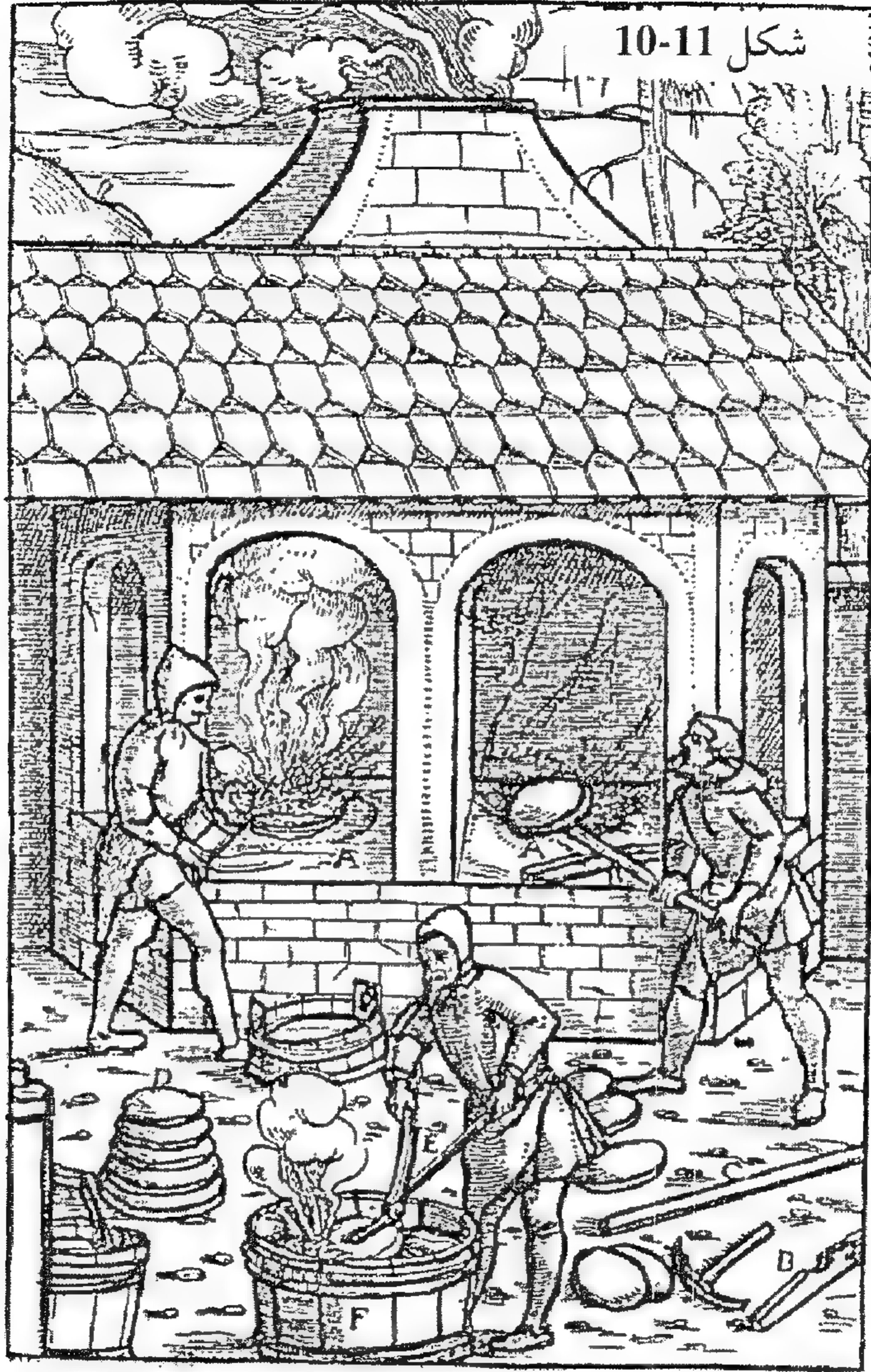












## الكتاب الثانى عشر

فى هذا الكتاب الثانى عشر والأخير فى مجموعة هذه الكتب أتناول (أجريكولا) معدات وبعض طرق تركيز وتكثيف المحاليل المحتوية على أملاح المعادن بالإضافة إلى مواد ومركبات عديدة. وقد يبدو أن هذا الموضوع ليس له علاقة بأعمال التعدين والفلزات، إلا أنه وثيق الصلة بها حيث إن مياه الكثير من الخلجان البحرية والبحيرات محتوية على أملاح طبيعية بمختلف النسب، ويمكن الحصول عليها بالتدفئة والتجفيف بأشعة الشمس خاصة فى فصل الصيف حينما تكون درجات الحرارة مرتفعة. وقد يجرى التسخين فى أوعية خاصة، بل إن بعض الصخور قد نحصل منها على محاليل بالتسخين والحرق. كما أتناول أيضاً أفران الزجاجيات.

وعادة ما يتم استخراج الأملاح من المياه المحتوية عليها، ويجب أن يكون عمق أحواض الاستخراج ثابتاً حتى يمكن التجفيف تحت أشعة الشمس، كما يستحسن تغطية القاع بطبقة من الأملاح السابق الحصول عليها، وذلك فى المناطق الدافئة.

وعادة ما يستخدم المعدّنون من حوضين إلى ستة أحواض بعرض حوالى 1.7م وعمق 4.3م وبطول حوالى 17م، على مسافات بينية بين الأحواض حوالى 6.5م. ويجرى توجيه المياه بعد سحبها من الخليج، مع الاستعانة ببوابات التحكم حتى تتحرك المياه بالمعدلات المطلوبة. كما يمكن التسخين فى قوالب صناعية تشبه الأحواض الطبيعية، وتكون عادة مبنية من الأحجار الطبيعية أو من قوالب الطوب.

فى اللوحة (شكل 12 - 1) يبدو البحر (A) والتتوء أو الخليج المسحوبة منه المياه (B) والبوابة (C) والقناة (D) وأحواض الترسيب أو التكثيف (E) والمجرفة أو شوكة التحريك والتقليب (F) والجاروف (G).





أما اللوحة التالية (شكل 12 - 2) فيبدو بها ما يطلق عليه الملاحظة (A) وعليها اللافتة (اليافطة) بالرمز (B) والقسم الأول (C) والأوسط (D) والخلفي (E) والطاقة أو الخوخة أو الفتحة بالحائط الخلفي (F) مع طاقة أخرى علوية بالسقف (G) والبئر أو الحفرة (H)، بالإضافة إلى حفرة أخرى أسفل يسار اللوحة (I) وأوانى الحمل (K) الذى يقوم به العمال المتعبون الذين يستندون على عصي (M) لتساعدهم على التحرك فى عملهم الشاق، كما فى اللوحة.

كما قد يستعان بالمواقد المبينة فى اللوحة (شكل 12 - 3) وبها الموقد بفتحة (B) وتركيبه خاصة (C) التى تم وضع مثلتها فى الموقد السفلى على أعمدة تدعيم (D) المغروسة فى الأرض وعليها العوارض (E) مع عوارض قصيرة (F) وتركيبات سداسية بالخطاطيف (G) والماسك (H) والعوارض الطولية (I) ثم تركيبات ذات الحجم الكبير بالخطاطيف أيضا (K). أما المواقد كروية الشكل فتوضحها اللوحة (شكل 12 - 4) ويبدو فيها المراحل (A) والحامل الثلاثى (B) والمغرفة أو الكبشة (C).

وهناك نوع آخر من حفر الحرق والتسخين (A) بلوحة (شكل 12 - 5) وفيها الوعاء (B) الذى يجرى توجيه المياه المحتوية على الأملاح إليه مع التقليب بالمغرفة أو الكبشة (C).

وبالاستعانة بأشعة الشمس وخاصة فى فصل الصيف يجرى توجيه المياه المحتوية على الأملاح المطلوب استخراجها من المجرى المائى (A) فى اللوحة (شكل 12 - 6) من خلال البوابة كما فى اللوحة إلى حوض التجفيف (B) وذلك للحصول على أملاح الصوديوم.

وقد تستخدم نوعيات من البراميل كما فى اللوحة (شكل 12 - 7) وبها براميل (A) و (C) والحوض (B) للتجفيف والتركيز، اللذان يجرىان على مراحل منها المرحلة (E) فى نفس اللوحة.



وتبين اللوحة التالية (شكل 12 - 8) عملية متكاملة حيث تبدو فيها الأحواض الكبيرة (A) وتركيبية القضبان (B) والصنبور (C) والمغسلة (D) والوعاء المستدير (E) والمجرى (F) الموصل بين الوعاء (E) والوعاء المصنوع من الرصاص (G)، بالإضافة إلى أوعية أخرى بنفس اللوحة منها المستديرة المغروسة في الأرض (H) والبرميل المستدير وبه قضبان متقاطعة (I).

وبالاستعانة بأشعة الشمس مرة أخرى، تبين اللوحة (شكل 12 - 9) أحد المعدّنين خارجاً من فتحة المنجم (A) حاملاً المادة الخام في الوعاء (B) للإذابة في البركة الصناعية أو الحوض (C) تمهيداً للمعالجة المطلوبة. وقد يقف العامل على لوح مثبت فوق الحوض للقيام بتقليب المحلول إلى الدرجة المطلوبة كما في يسار اللوحة (شكل 12 - 10) تمهيداً للمعالجة والتجفيف في الحوض (A) ثم الصب في قوالب (B) حتى الوصول إلى الناتج النهائي المصبوب على هيئة أقراص سميكة (C).

وفيما يشبه المعمل باللوحة (شكل 12 - 11) يقوم العاملان الماهران بالمعالجة باستخدام أوعية، ذات مزاريب، منها المزارب (A)، الموصلة إلى أوعية مغلقة بدون فتحات أو مزاريب (B) المغطاة بغطاء (C).

وقد تكون بعض الأوعية المستخدمة علوية للتسخين على سطح الأرض وليست محفورة أو مغروسة كما باللوحة (شكل 12 - 12) حيث الوعاء (A) العلوى وعليه الغطاء (C) وتجرى عملية التسخين بالحطب المشتعل بالاستعانة بكور أو منفاخ، لدفع الهواء لزيادة درجات الحرارة، ثم إلى أوعية سفلية مغروسة في الأرض (B) بأغطيتها (C).

كم تبين اللوحة (شكل 12 - 13) عملية معالجة متكاملة بمراحلها المتتالية، بداية من فتحة المنجم (A) إلى المجرى (B) ثم إلى الأحواض المتتالية (C) من خلال المجرى العلوى فوق الأحواض (D).





وإذا ما انتقلت (أجريكولا) إلى تصنيع الزجاج، فإنه يجرى تصنيعه بصهر الصخور بعد تكسيرها وطحنها مع بعض الأملاح فى محاليلها. وتعتبر الرمال على شواطئ الأنهار من أفضل المواد لتصنيع الزجاج حيث تكون جاهزة للاستخدام بحالتها دون ما حاجة لأعمال التكسير والطحن للصخور بتكلفتها العالية، وتضاف بعض الأملاح للمساعدة فى التصنيع.

أما عن أفضل الأملاح المستخدمة، فهى أملاح الصوديوم يليها الملح الخام وملح الطعام، وقد عرفت الهند بتصنيع أفضل أنواع الزجاج.

ويستخدم مصنعو الزجاج عادة ثلاثة أفران، وقد يكتفون بفرنين أو بفرن واحد فقط. وعند استخدام ثلاثة أفران تبدأ عملية التصنيع بالفرن الأول بالصهر لجميع المواد، ثم مرة أخرى يتم الصهر فى الفرن الثانى، وأخيراً الحصول على النواتج الزجاجية المطلوبة فى الفرن الثالث.

وعادة ما تأخذ أفران تصنيع الزجاج شكلاً قُبُويًا. منها الفرن الموضح باللوحة (شكل 12 - 14) حيث ينقسم الموقد إلى قسمين السفلى (A) والعلوى (B)، وعلى الأرض يقوم العامل بمعالجة العجينة الزجاجية المتصلبة (C).

أما اللوحة (شكل 12 - 15) فيها نوع آخر من موقد وأفران المعالجة له ثلاثة أقسام وهى القسم (A) السفلى والقسم (B) الأوسط وبه فتحات لإدخال الأوعية المطلوب تسخينها كما يبدو ذلك فى الفرن العلوى باللوحة. كما أن القسم الثالث العلوى (C) به نافذة أو طاقة (D)، مع تجهيز لأرضية القسم الأوسط (B) بفتحة مستديرة (E) بينما أرضية القسم العلوى (C) مجهزة بفتحة مستطيلة (F).

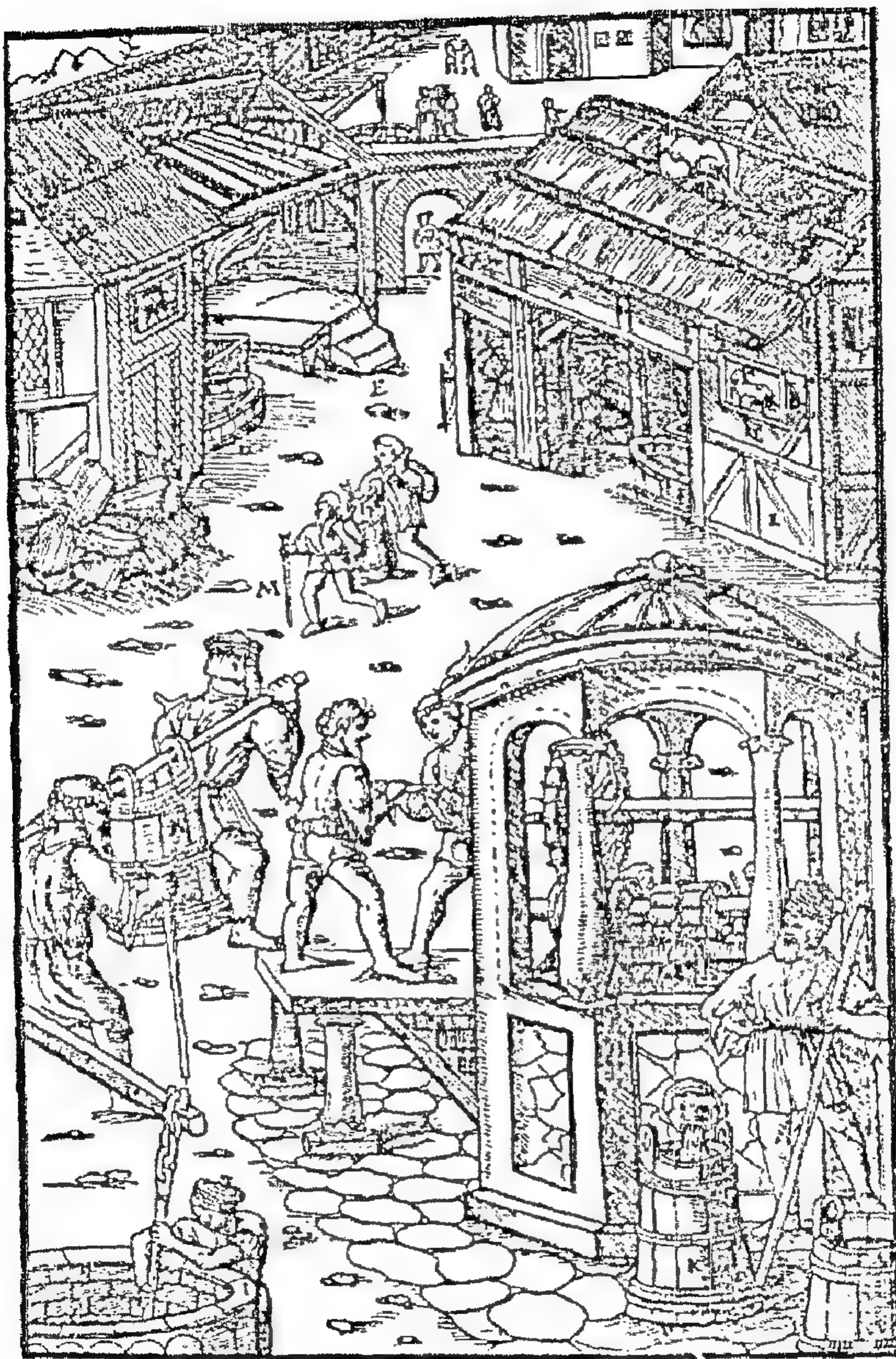




شكل 1-12



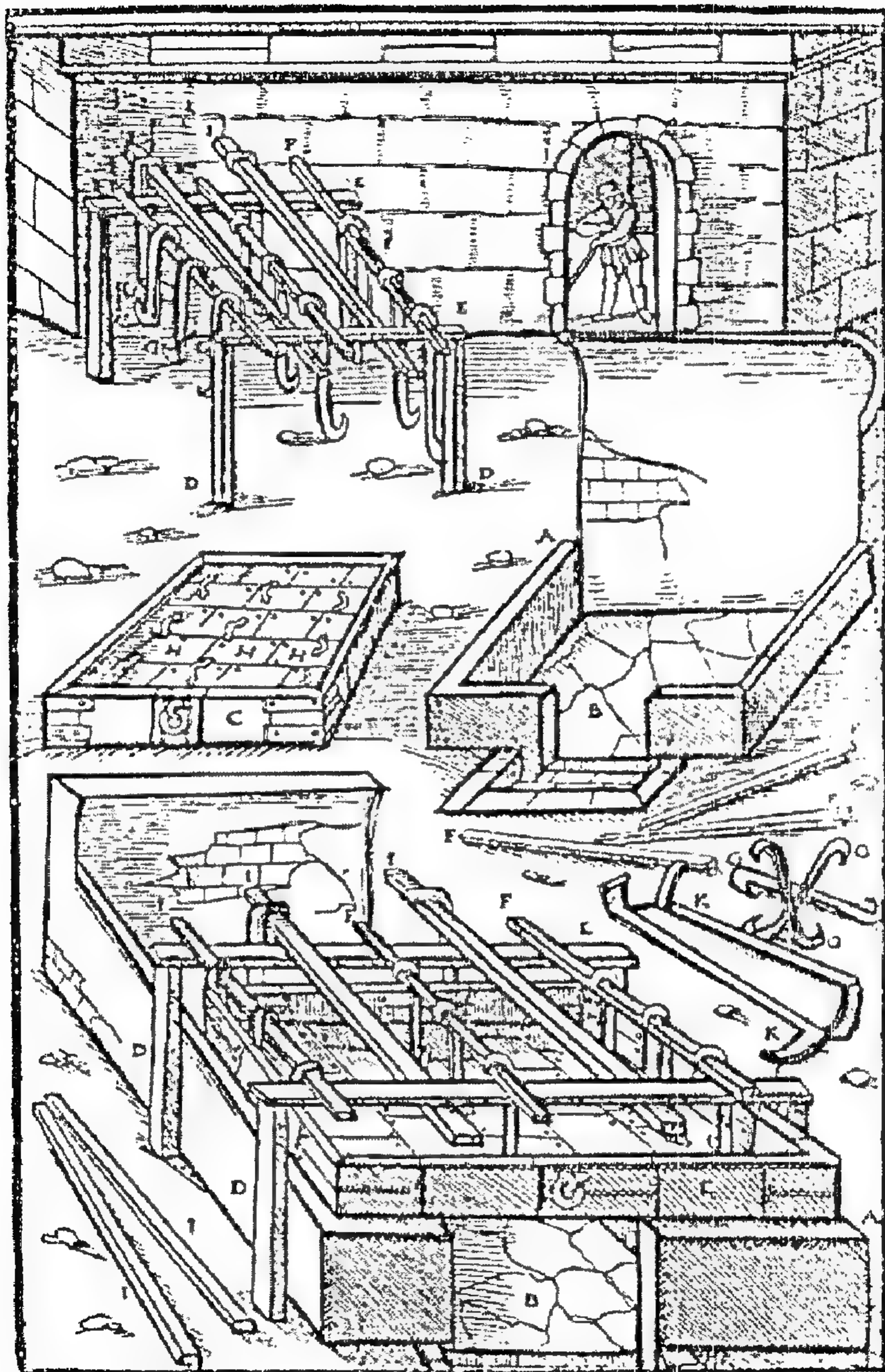




شكل 2-12







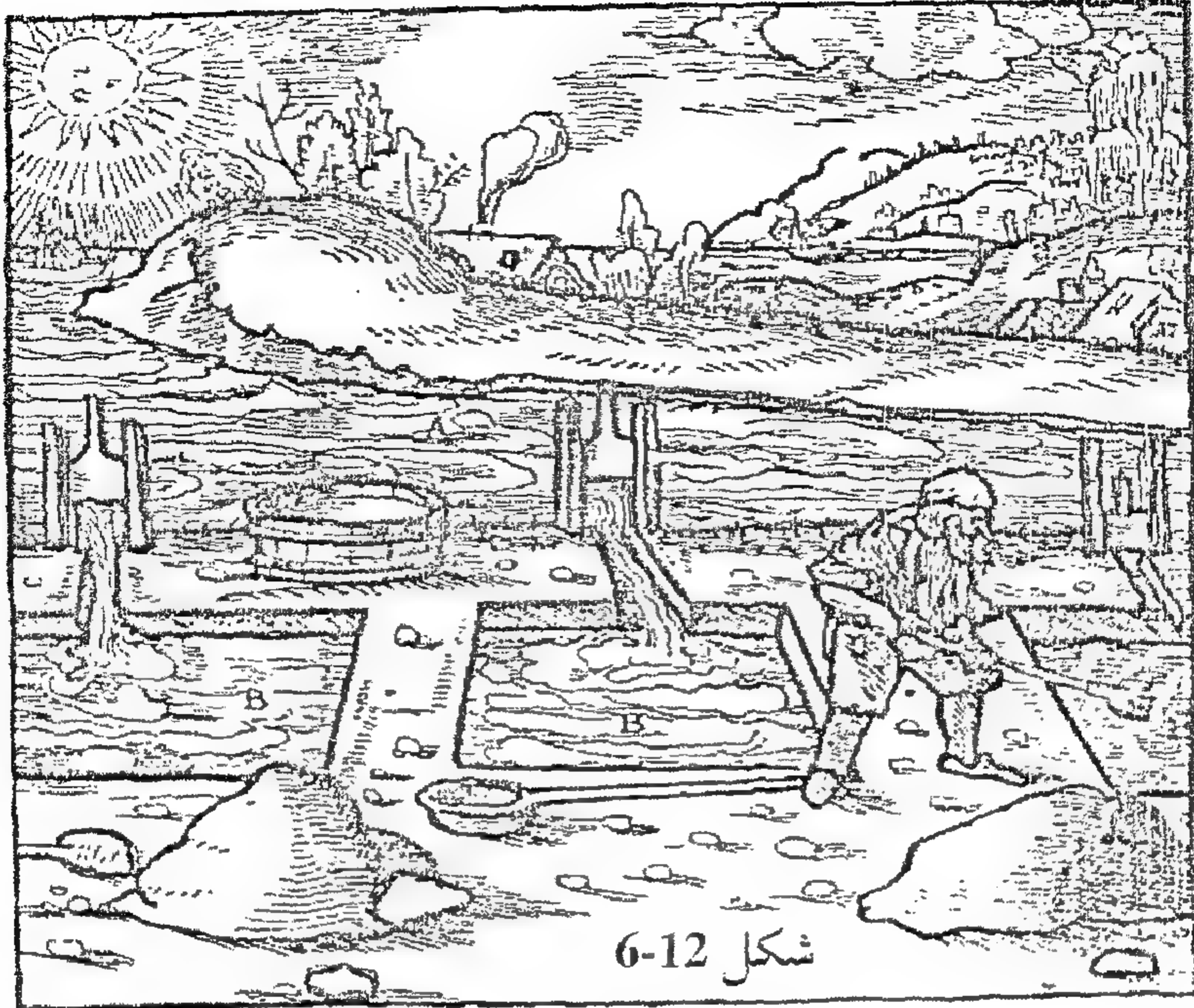
شكل 3-12



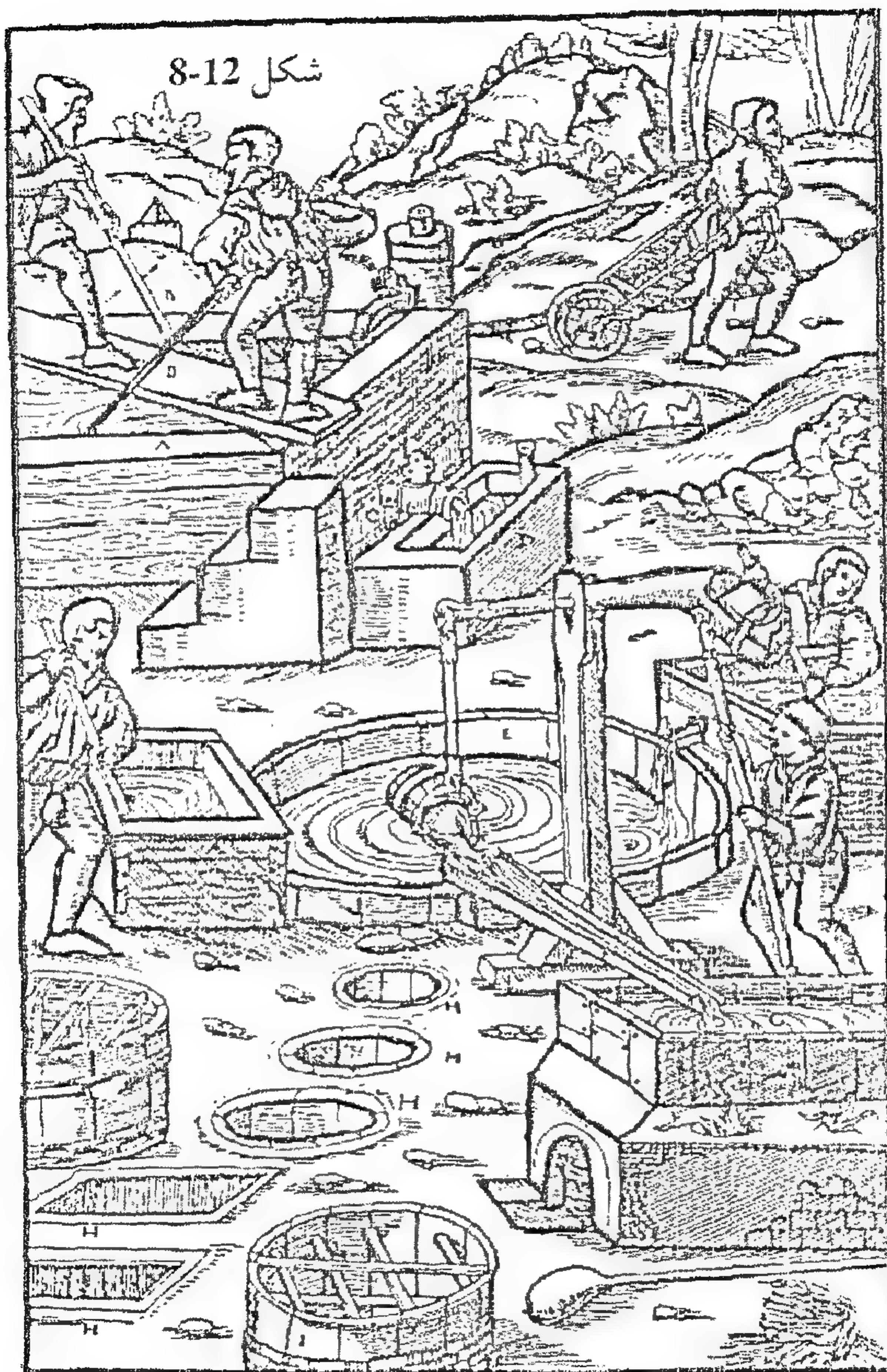




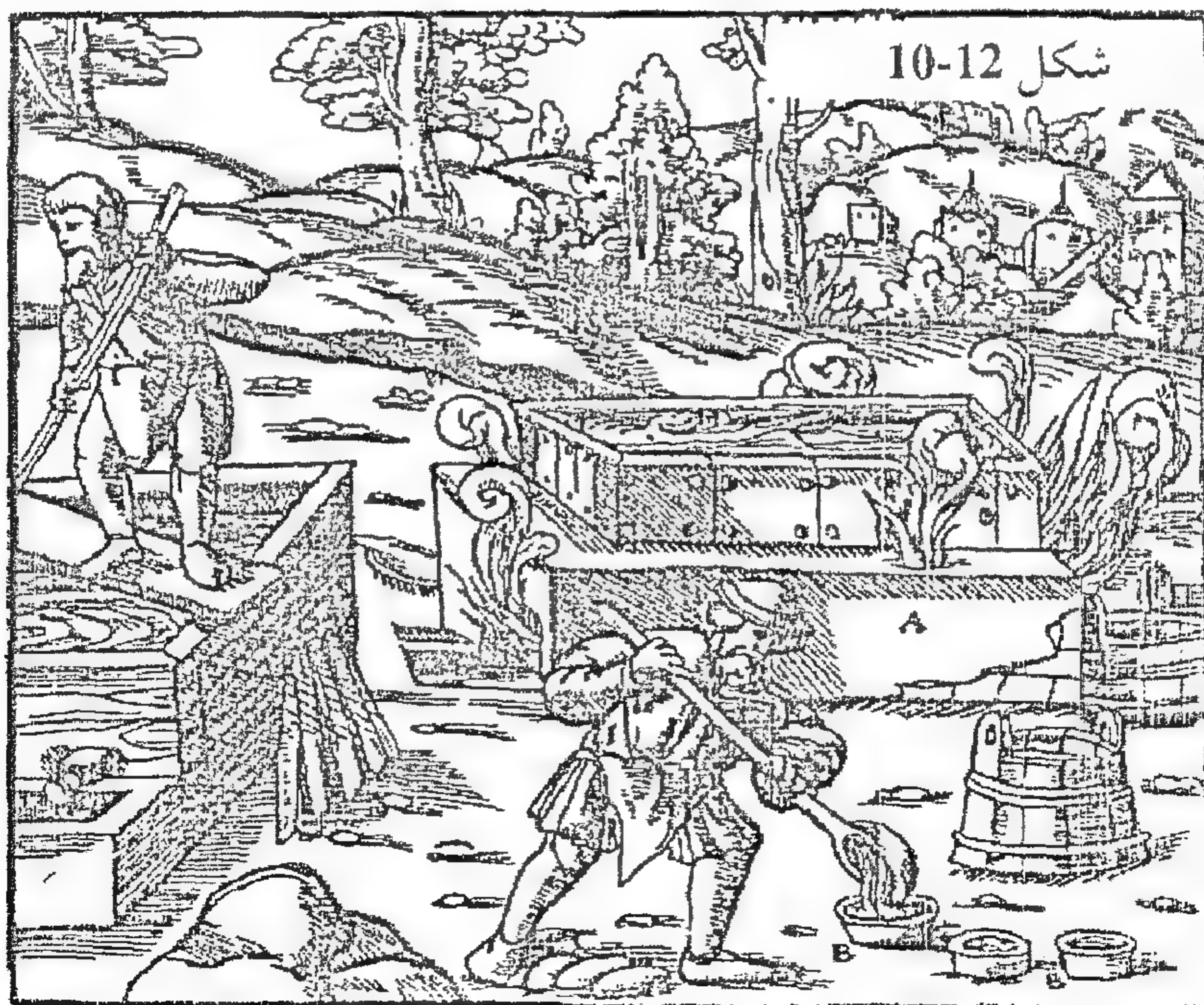
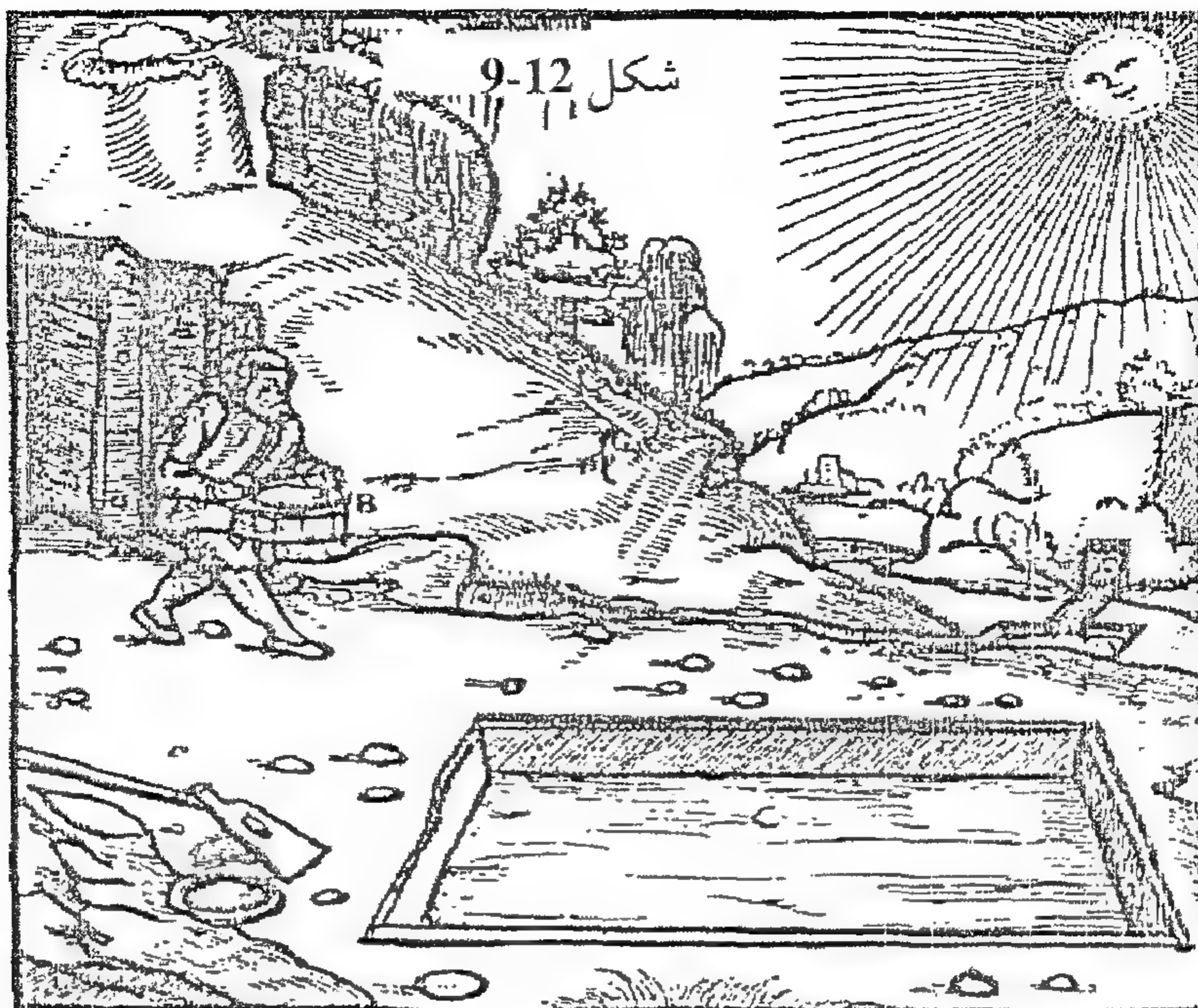




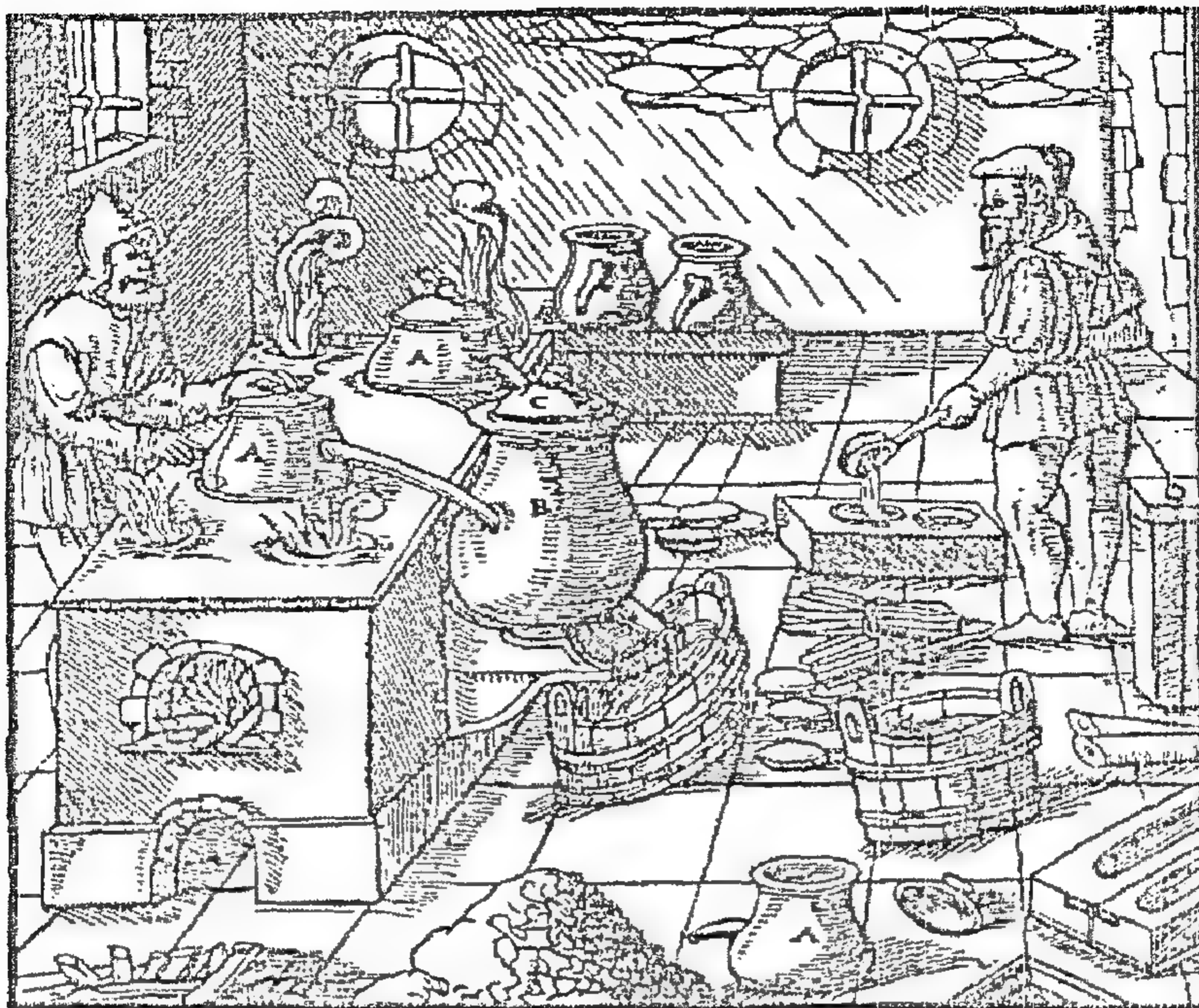




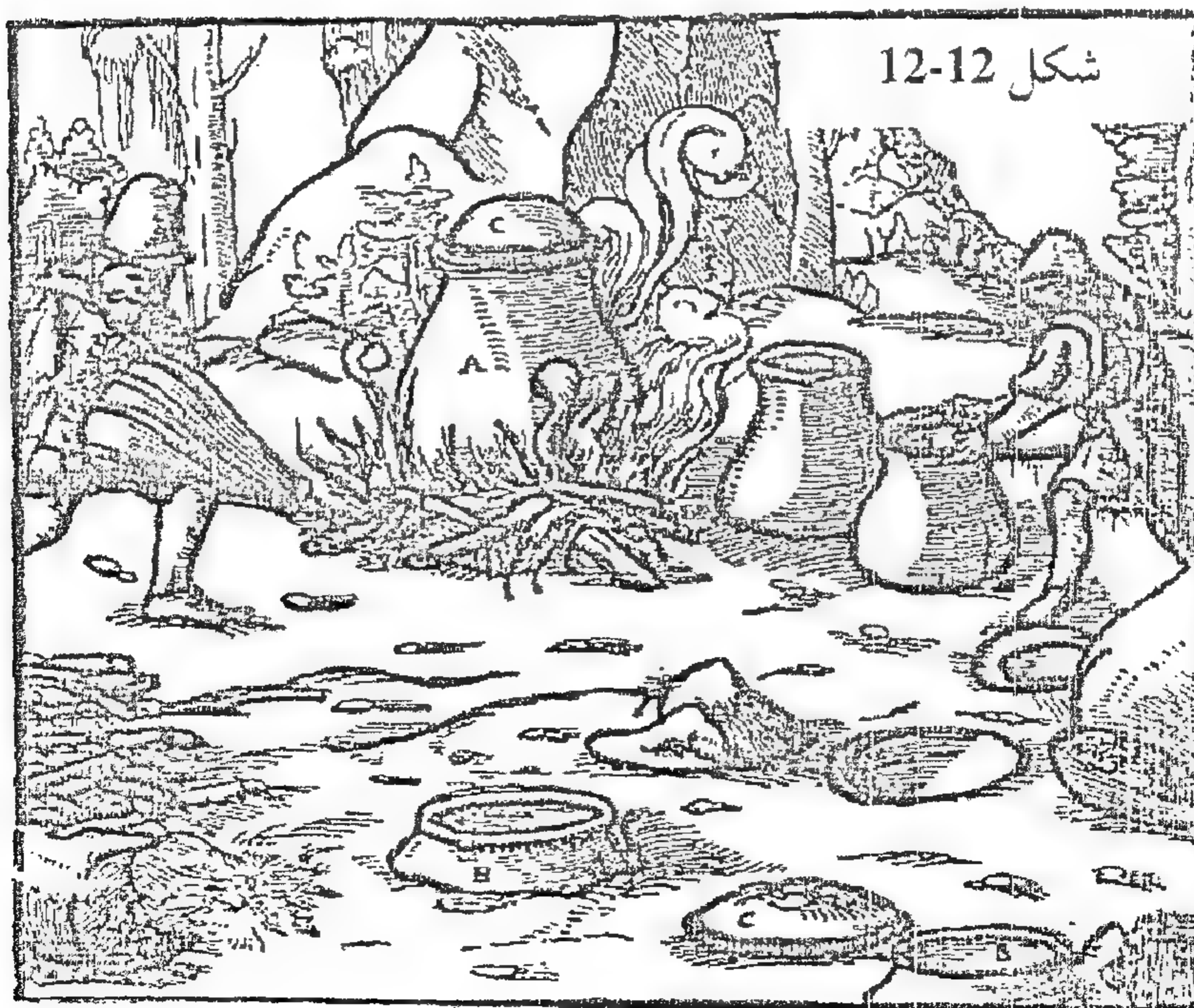








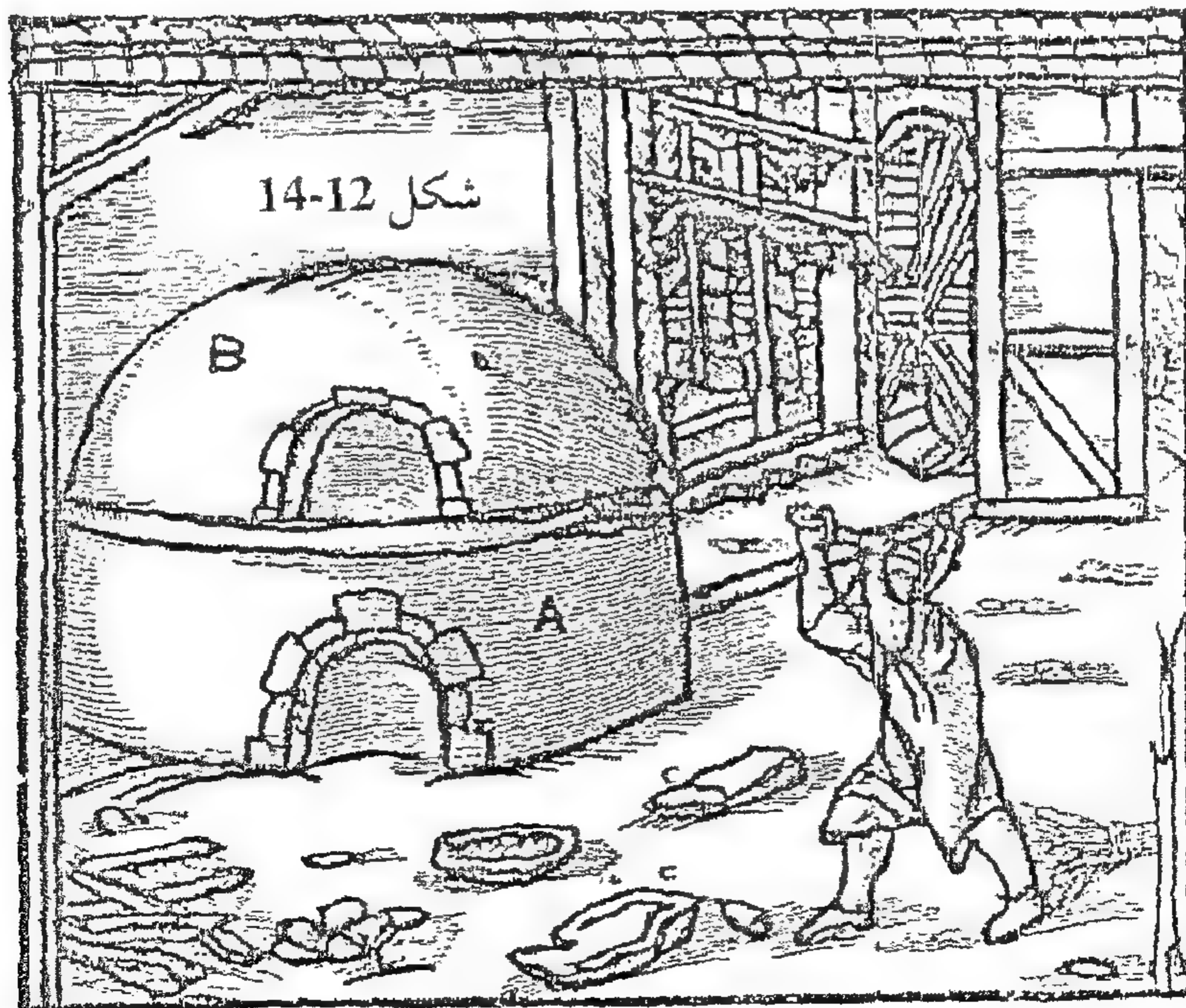
شکل 11-12



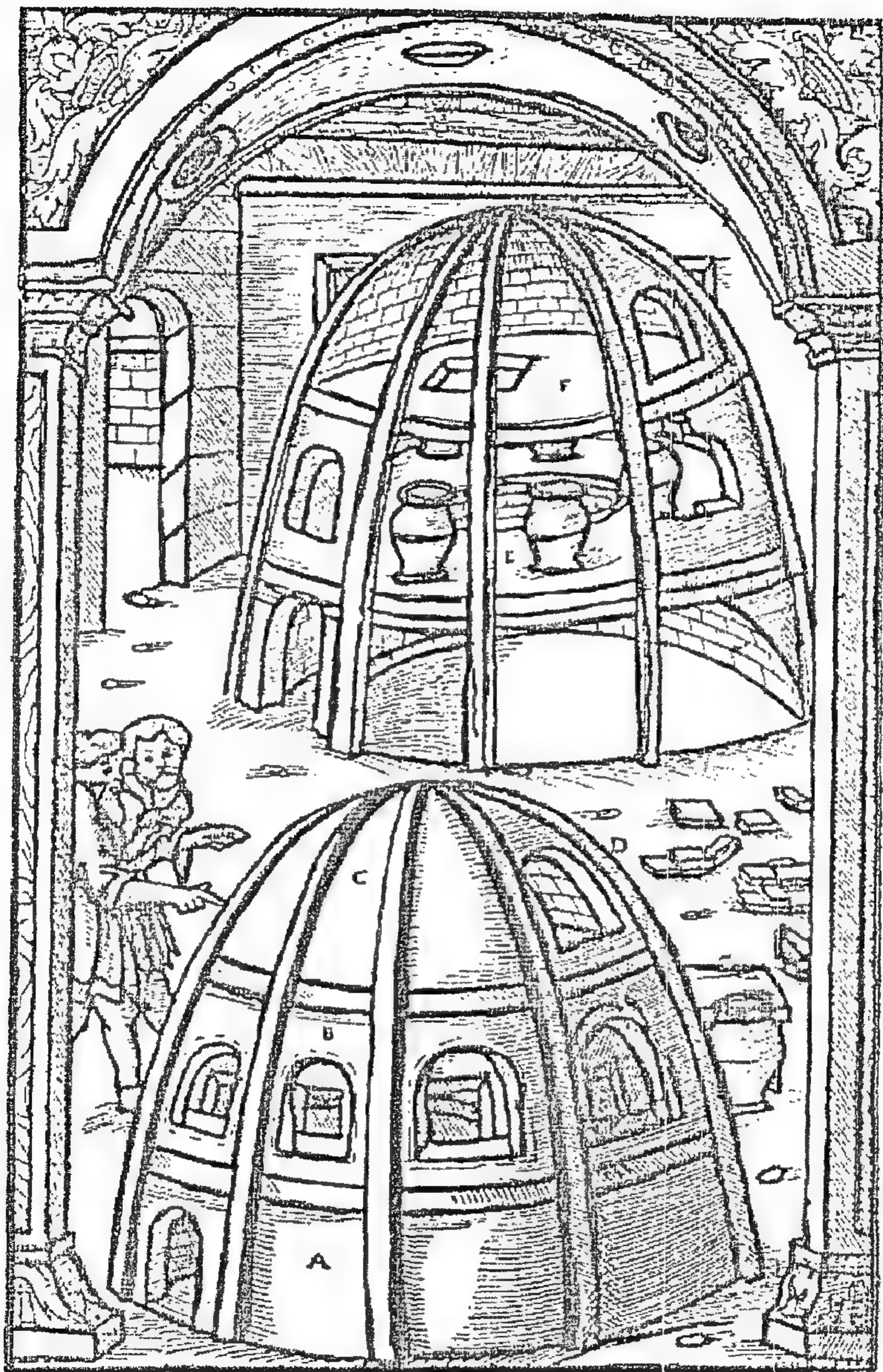
شکل 12-12











شكل 15-12



## قائمة المراجع

1 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica (On the nature of metals, or About Mining and Metallurgy), Editor in Chief I.G. Petrovski, Soviet Academy of Science, Series of Scientific Classics, Moscow, 1962 (In Russian), pp. 599.

2 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica, translated by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, Dover Publications, Inc., 1950 (Reprint of the 1912 edition).

3 - TAKACS, L.,

Quicksilver from Cinnabar: the first documented mechanochemical reaction, JOM, Jan. 2000, pp. 12-13.

4 - JOHN H. LIENHARD,

Engines of our Ingenuity, No. 139, Hoover and Agricola, 1988 - 1997, <http://www.uh.edu.engines,epi 139.htm>.

5 - CHRIS HINDLE,

New watch, Mining Magazine, Vol. 193, No. 2, August 2005.



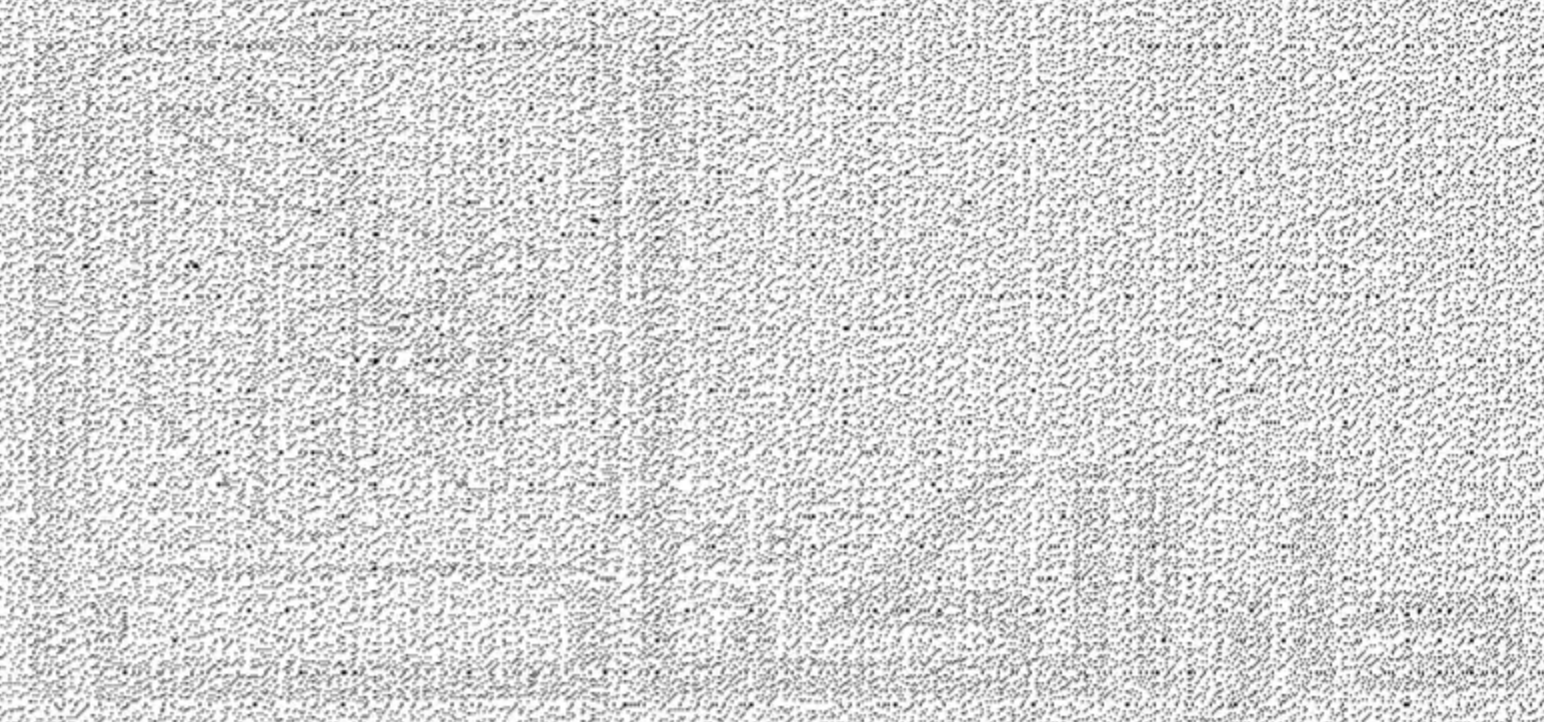




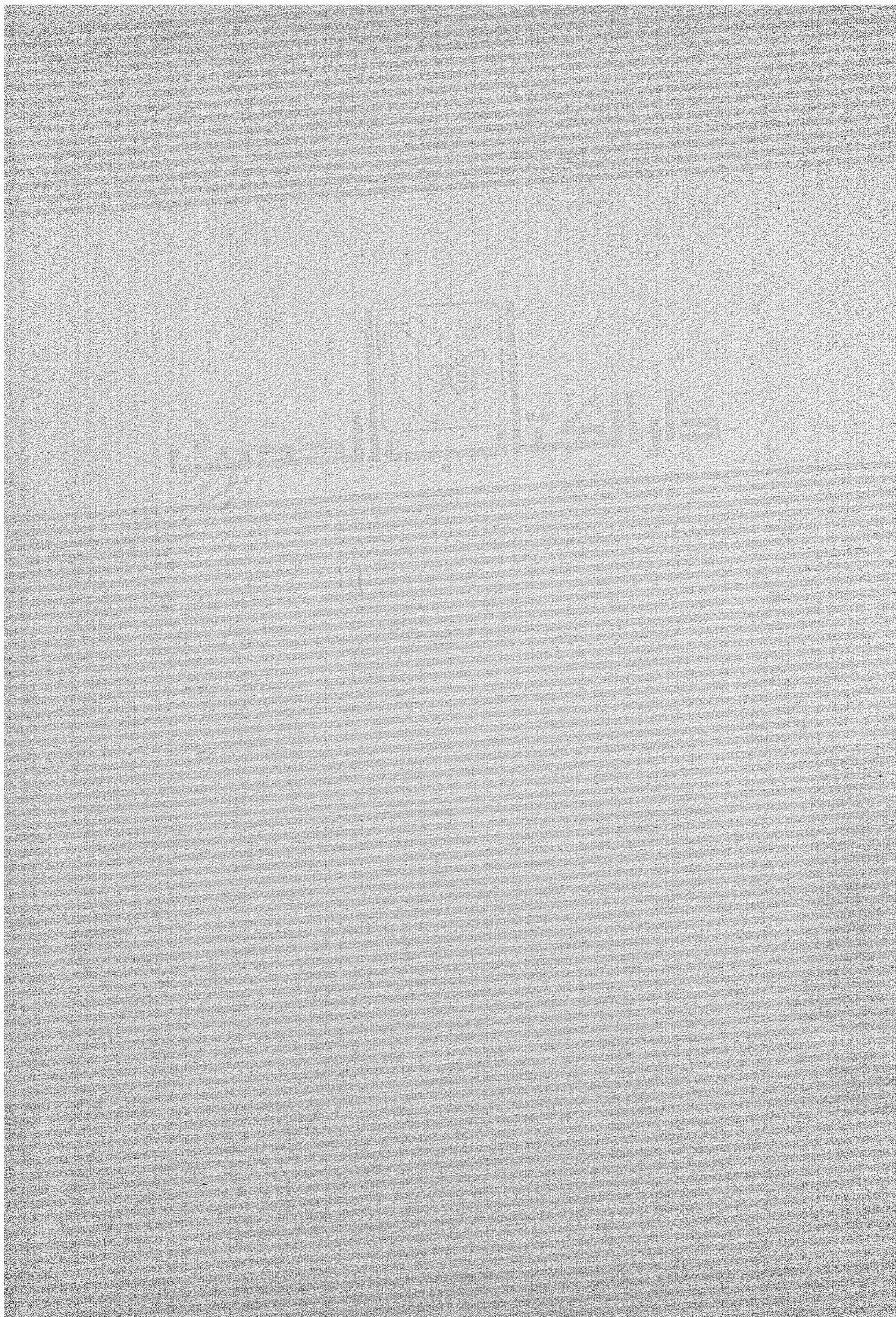




2.1









## هذا الكتاب

يعتبر هذا المرجع أهم عمل علمي صدر بعد كتاب ثيوفراستس ، بعنوان ( تاريخ الصخور ) الذي صدر بين عامي 315 ، 314 قبل الميلاد ، وذلك في مجال المعادن والتعدين . ولقد اهتم به المشتغلون بصناعة التعدين والفلزات ، بل ولقد عُرف بين المشتغلين بالتعدين في الغرب بأنه ( إنجيل مهندسي المناجم ) . ولم يسبق ترجمة هذا الكتاب إلى اللغة العربية ، ويعتبر هذا العرض المختصر هو أول محاولة جادة لعرض الكتاب باللغة العربية ، وقد بذل الدكتور عادل سليمان أستاذ هندسة التعدين ، والمدير الأسبق لمعهد التبين للدراسات المعدنية ، مجهودا كبيرا في تلخيص الكتاب الأصلي الذي يقع في أكثر من 900 صفحة ليقدمه إلى القارئ بالعربية في حوالي 204 صفحة فقط . كما كان المترجم يضمن الكتاب أهم ما فيه من رسومات قيمة تشرح بكل عمليات التعدين المختلفة . ولا شك أن هذا الكتاب يسد فراغا في مكتبة التعدين العربية .

Bibliotheca Alexandrina



0916151